

Verkefnaskýrsla Rf

15 - 03



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

MAÍ 2003

**STÖÐUGLEIKI FRYSTRAR SÍLDAR
SEM HRÁEFNI FYRIR MATVÆLAVINNSLU**

Margrét Geirsdóttir

**Stöðugleiki frystrar síldar
sem hráefni fyrir
matvælavinnslu**

Titill / Title	Stöðugleiki frystrar síldar sem hráefni fyrir matvælavinnslu		
Höfundar / Authors	<i>Margrét Geirsdóttir</i>		
Skýrsla Rf / IFL report	15-03	Útgáfudagur / Date:	7. maí 2003
Verknr. / project no.	1310		
Styrktaraðilar / funding: <i>Rannís, Bakkavör hf., Borgey hf.</i>			
Ágrip á íslensku:	<p>Síld (<i>Clupea harengus</i>) hefur verið vannýtt til manneldis. Eitt af því sem hefur hamlað vinnslu og þróun nýrra og endurbættra síldarafurða er hversu árstíðabundnar veiðarnar eru og hversu miklar breytingar eiga sér stað á efnainnihaldi síldarinnar. Nútíma matvælavinnsla krefst stöðugs hráefnis en það hefur í för með sér þekkingu og skilning á eðlis- og efnaeiginleikum hráefnisins og þeim breytingum sem eiga sér stað við frumvinnslu og geymslu. Kröfur vinnslufyrirtækis eru að gæði hráefnis séu ætíð jöfn þannig að unnt sé að bjóða neytendum upp á stöðug matvæli allan ársins hring.</p> <p>Í þessu verkefni var lögð áhersla á að finna hvaða áhrif umbúðir (hefðbundnar og lofttæmdar) og geymslutími (allt að 12 mánuðum) hafa á stöðugleika síldarflaka í frysti. Einnig voru skoðuð áhrif þráavarnarefnisins Natríum Erythorbats á stöðugleikann. Fylgst var með breytingum í síldarflökum á geymslutíma með skynmati (hrá og soðin síld), efnamælingum (TBA, peroxíð, fríar fitusýrur og leysanleg prótein), áferðar- og litmælingum.</p> <p>Að lokinni geymslu í eitt ár í frysti var síld, pökkuð í lofttæmdar umbúðir, notuð sem hráefni til framleiðslu á lokaafurð. Geymsluþol afurðar var kannað og reyndist afurðin vera sambærileg við hefðbunda framleiðslu eftir árs geymslu.</p> <p>Niðurstöður verkefnisins benda því til að með notkun lofttæmdra umbúða með eða án þráhindra er mögulegt að lengja geymsluþol síldarflaka á iðnaðarskala og tryggja iðnaðinum stöðugt hráefni til áframvinnslu allan ársins hring.</p>		
Lykilorð íslensku:	<i>á Síld, geymsluþol, frysting, skynmat, iðnaðarframleiðsla</i>		
Summary in English:	<p>Herring (<i>Clupea harengus</i>) is under-utilised for human consumption. One of the problems with the development of new and improved food products from herring is the variability in the chemical composition of the raw material and its seasonality. Food companies that rely on herring as an ingredient in their products have to know the quality and stability of their raw materials in order to produce final products with consistent quality all year round.</p> <p>The aim of this work was to evaluate the effect of different handling and packaging methods on the stability of industrially produced herring fillets. The long-term objective was to develop handling and packaging methods that ensure that the raw material is stable from one herring season to the next. The shelf life of herring fillets was evaluated by sensory evaluation (raw and cooked), chemical analysis (TBA-value, peroxide, free fatty acids and soluble proteins), texture analysis and colour measurements.</p> <p>After 13 months frozen storage, vacuum packed herring fillets were evaluated as suitable for the production of a smoked herring product. The product was evaluated suitable for consumption after one-year storage.</p> <p>The results as a whole indicate that it may be possible to extend the shelf life of industrially frozen herring fillets by using vacuum packaging with or without the addition of Sodium Erythorbate.</p>		
English keywords:	<i>Herring, Shelf life, frozen storage, sensory analysis, industrial production.</i>		

EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR.....	1
2.	EFNI OG AÐFERÐIR.....	1
2.1.	Hráefni.....	1
2.2.	Sýnataka	4
2.3.	Aðferðir.....	4
2.4.	Tölfræðileg úrvinnsla gagna	7
3.	NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR.....	8
3.1.	Efnasamsetning.....	8
3.2.	Örverur	8
3.3.	Skynmat	8
3.4.	Fitugæði	17
3.5.	Litmæling	21
3.6.	Áferð	25
3.7.	Leysanleg prótein.....	27
3.8.	Afurð	32
4.	ÁLYKTANIR	36
5.	ÞAKKARORÐ.....	37
6.	HEIMILDIR	38

VIÐAUKI

1. INNGANGUR

Síld (*Clupea harengus*) hefur verið vannýtt til manneldis. Eitt af því sem háð hefur vinnslu og þróun nýrra og endurbættra síldarafurða er hversu árstíðabundnar veiðarnar eru og hversu miklar breytingar eiga sér stað á efnainnihaldi síldarinnar. Einkum er það magn fitu sem breytist en síldin er feitust á tímabilinu september - nóvember (17-19% fita) en mögrust í maímánuði (um 5% fita) (Sigurður Einarsson, 1988).

Nútíma matvælavinnsla krefst stöðugs hráefnis en það hefur í för með sér að auka þarf þekkingu og skilning á eðlis- og efnaeiginleikum hráefnisins og þeim breytingum sem eiga sér stað við frumvinnslu og geymslu. Kröfur vinnslufyrirtækis eru að gæði hráefnis séu ætíð jöfn þannig að unnt sé að bjóða neytendum upp á stöðug matvæli allan ársins hring.

Frysting er algengasta geymsluáferðin í matvælaiðnaði. Við frystigeymslu er örveruvöxtur heftur og hægt á ensímvírkni og efnahvörfum. Frysting stoppar hins vegar ekki algjörlega efnahvörf og breytingar verða á matvælum við frystigeymslu, sérstaklega þránun í feitum matvælum eins og síld. Fyrir utan þráabragð og lykt hefur þránun (oxun) á fitu neikvæð áhrif á matvæli, sérstaklega á áferð þeirra sem veldur því að matvælin verða þurr og seig.

Í þessu verkefni var lögð áhersla á að finna hvaða áhrif umbúðir (hefðbundnar og lofttæmdar) og geymslutími (allt að 12 mánuðum) hafa á stöðugleika síldarflaka í frysti. Áformað var að athuga áhrif árstíðar (innan vertíðar) á stöðugleikann en horfið var frá því þar sem síldarvertíð 1997 var með eindæmum slök og því erfitt að afla sýna. Auk þess setti það strik í reikninginn að útgerðin skipti um veiðarfæri á miðri vertíð (Lotur 1 og 2).

Tilraunin var endurtekin að hluta til í desember 1998 (Lota 3) með þeirri viðbót að skoðuð voru áhrif þráavarnarefnisins Natríum Erythorbats á stöðugleikann.

2. EFNI OG AÐFERÐIR

2.1. Hráefni

2.1.1. Lota 1

Síld var veidd í nótt fyrir austan landið aðfararnótt mánudagsins 13. okt. 1997 og var hún geymd í ískrapa þar til henni var landað um klukkan 6 á mánudagsmorgni. Síldinni var landað í tanka sem innihéldu 1-2% saltpækil við hitastig 0 til 1°C og dælt þaðan beint á flokkara. Eftir flokkun fór síldin í kör sem innihélt saltpækil (1-2%) og ís. Síldin var

flökuð og roðflett um klukkan 13. Pökkun sýna fyrir frystingu (hefðbundin pökkun og pökkun í lofttæmdar umbúðir) var lokið um klukkan 18. Blokkir voru frystar í plötufrysti við -40°C yfir nótt. Hvert sýni samanstóð því af um 8 kg af roðflettum síldarflökum og var hver hópur mældur í a.m.k. þrísýni.

Upphafssýni (ófryst) var sett í kæli ($0-4^{\circ}\text{C}$) og mælt daginn eftir framkvæmd tilraunarinnar (14.10.1997). Þetta var gert til þess að kanna áhrif frystingarinnar sjálfrar á síldarflökin.

2.1.2. Lota 2

Síld var veidd í flottroll aðfaranótt 1. des.1997 á sama svæði og áður. Síldin var mjög dreifð sem leiddi til þess að skipið var mun lengur úti en áður og kasta þurfti oft. Síldin var geymd í ís þar til henni var landað, sólarhring eftir fyrsta kast. Henni var dælt beint á flokkara og þaðan í 1-2% saltpækil þar sem hún beið eftir að verða flökuð og roðflett. Tími frá veiðum þar til pökkun hófst var um 32 klst. Eftir pökkun var fryst með sama hætti og í fyrstu lotu.

2.1.3. Lota 3

Síldin var veidd í desember 1998 úti fyrir Suðurausturlandi. Síldin var flökuð og roðflett 12 klukkustundum eftir veiði hjá Borgey hf. á Höfn í Hornafirði.

Fyrir pökkun voru flökin sett í kör með saltpækli (hefðbundin vinnsla) eða í 1% Natríum erythorbate lausn (þrávarnarefni) yfir nótt (12 klst). Fyrir frystingu, voru 9 kg skammtar af flökum (hefðbundin vinnsla eða meðhöndluð með þrávarnarefni) sett í plastpoka eða pakkað í álpoka sem því næst voru lofttæmdir. Blokkirnar voru frystar í plötufrysti, pakkað í vaxbornar öskjur og geymdar við -24°C . Fjórir mismunandi hópar voru þar af leiðandi notaðir í lotu 3:

1. **HH*** - Viðmiðunarhópur – hefðbundin vinnsla (flökum pakkað í plastpoka og í öskju)
2. **PH** - Flökum pakkað á hefðbundin hátt eftir meðhöndlun með þrávarnarefni
3. **HL** - Lofttæmd pökkun
4. **PL** - Lofttæmd pökkun á flökum eftir meðhöndlun með þrávarnarefni

* Skammstafanir notaðar í texta til skýringa þar sem þurfa þykir.

Myndir 1 og 2 sýna pökkun á síldarflökum í lofttæmdar umbúðir og pönnur með innpökkuðum síldarflökum fyrir frystingu.



Mynd 1. Lofttæming á pakkningum með síldarflökum fyrir frystingu.



Mynd 2. Pönnur með síldarflökum pakkað í lofttæmdar (gulllitaðar) og hefðbundnar umbúðir (svartir pokar) tilbúnar til frystingar ásamt stoltum starfsmanni Rf.

2.2. Sýnataka

Lota 1 var nokkurs konar fortíraun og sýni tekin í upphafi og eftir mánuð í frystigeymslu. Hráefni úr Lotu 2 var mælt eftir 0, 1, 3, 6 og 11 mánaða frystigeymslu. Í lotu 3 voru sýni tekin úr öllum hópum eftir 1, 4, 9 og 13 mánaða frystigeymslu við -24°C.

Í hverjum sýnapunkti voru teknar þrjár blokkir og þíddar í köldu vatnsbaði yfir nótt. Fyrir skynmatmælingar (hrámat og soðin) voru tekin sex flök úr hverri blokk. Sextán flök voru tekin úr hverjum hóp fyrir áferðarmælingar (vinsti flök) og litamælingar (hægri flök). Einnig voru tekin fimmtán flök úr hverri blokk og hökkuð í lofttæmi í Stephen mixer. Hakkið var notað við mælingar á efnainnihaldi, við mat á þráalykt (hrátt hakk) og mælingar á leysanlegum próteinum. Við sýnatöku var þess gætt að taka flök jafnt af yfirborði og miðju blokkar.

2.3. Aðferðir

2.3.1. Skynmat

Notaður var þjálfaður innanhús skynmatshópur sem samanstóð af 12 dómurum sem áður höfðu verið valdir eftir aðferðum Meilgaard og féлага (1991). Dómarar voru þjálfaðir við mat á ferskleika á soðinni síld eftir Torry einkunnastiga (Shewan o.fl., 1953), í lýsandi greiningu á soðinni síld og mati á hráum flökum (heil flök og hakk).

Síldarflök voru metin hrá og soðin með tilliti til breytinga á útliti, lykt, bragði og áferð.

Styrkur þráalyktar í hráum flökum auk þráalyktar í hráu farsí var metinn eftir eyðublaði. Sýni voru við herbergishita (20°C). Átta til tíu flök voru í hverju sýni og var tvísýni metið í hverri sýnatöku og meðaltal einkunna dómara fyrir þráalykt var reiknuð.

Soðin flök voru metin eftir tveimur aðferðum. Annars vegar eftir ferskleikastiga sem nær frá einkunn 10 fyrir mjög ferskan fisk niður í einkunn 3 (tafla 1). Ferskleiki sýnis var metinn eftir meðaltali einkunna dómara. Sýnum var hafnað þegar meðaleinkunn var 6,0 eða lægri þ.e. þegar þráabragð var greinilegt. Einnig voru sýnin metin eftir afbrigði af myndrænu prófi (ASTM, 1992) þar sem eiginleikum sýna er lýst. Eiginleikar eða matsþættir sem ætlað er að lýsa viðkomandi sýni voru skilgreindir í upphafi tilraunar af hópstjóra og skynmatshópi Rf. Þessir eiginleikar voru metnir eftir styrkleika eða stærð á ókvarðaðri línu sem í úrvinnslu var kvörðuð (0-100). Meðaltal dómara var reiknað ásamt endurtekningu. Sjö matsþættir voru notaðir í prófinu (tafla 2). Sýnin voru skorin í bita og soðin í álformi í gufuofni við 98 -100°C í um fimm mínútur. Sýnin voru metin heit. Hvert sýni var metið tvisvar sinnum og tóku níu til tólf dómarar þátt í skynmatinu.

Skynmatsforritið Hypersense 1.6, var notað við uppsetningu og framkvæmd prófa fyrir mat á soðnum sýnum og að hluta úrvinnslu gagna.

Tafla 1. Einkunnastigi fyrir mat á ferskleika á soðinni síld.

Einkunn	Lykt	Bragð	Áferð
10	Ný olía, sjávar-, rjóma-, soðnar kartöflur, veik lykt	Ný olía, sætt, kjötkennt, rjómakekennt, málmkennt, grænt.	Þétt, fjaðrandi, flögótt.
9	Ný olía, kjöt-, rjóma-, soðinn þvottur, fúkki, eink. fyrir tegundina	Ný olía, sætt, kjötkennt, rjómakekennt, fúkki, einkennandi fyrir tegundina.	
8	Olíukekend, fúkki, brennd, hlutlaus.	Olíukekennt, sætt, kjötkennt, rjómakekennt, brennt, hlutlaust.	Þétt en meira safakekend, ekki eins fjaðrandi.
7	Olíukekend, fúkki, vottur af þráa.	Olíukekennt, sætt, kjötkennt, rjómakekennt, fúkki, vottur af þráa, vottur af súr.	
6	Olíukekend, þrái, ostur, örlítið súr, soðinn þvottur.	Olíukekennt, sætt, gamalt kjöt, rjómakekennt, þrátt, súrt.	Ekki eins þétt (mýkri), vatnskennd.
5	Þrái, sveitt, ostur, súr maltkennd lykt.	Þrátt, sveitt, fúkki, súrt.	
4	Þrái, sveitt, ostur, súr, gamalt kjöt	Þrátt sveitt, ostur, súrir ávextir, vottur af beiskju.	Mjúk, mjög vatnskennd, örlítið kornótt.
3	Þrái, sveitt, ostur, súr kássa, ammoníak, edik.	Þrátt, ostur, súrt, beiskt, skemmdir ávextir.	

Tafla 2. Matsþættir sem notaðir voru í myndrænu prófi við skynmat á soðinni síld.

Matsþættir	Lýsing eða skilgreining
Einkennandi bragð fyrir tegundina.	Bragð sem er einkennandi fyrir fisktegundina. Mikið: bragð sem einkennir ferska, nýja síld, ný olía, kjötkennt, rjómakekennt. Lítið: fiskur hefur tapað þessum ferskleikaeinkennum.
Aukabragð	Viðbætt bragð sem orsakast af t.d. íblöndunarefnum, mengun eða einhverju utanaðkomandi.
Þráabragð.	Málning, pappi, lýsi, vond olía.
Stinnur / mjúkur	Þéttleiki, metið í fyrsta biti. Hversu mikið viðnám, mótstöðu, veitir sýnið í fyrsta biti? Stinnt eða þétt sýni veitir meiri mótstöðu en mjúkt.
Þurr / safaríkur	Áhrif vatns í munni. Þurr sýni dregur vatn úr munni þegar tuggið en safaríkt sýni losar vatn í munn.
Seigur / meyr	Hversu auðvelt er að tyggja sýni, hversu lengi þarf að tyggja sýni, tyggja þarf seigara sýni lengur en meyr sýni.
Heildaráhrif	Er sýni í lagi eða ekki? Hámarkseinkunn er gefin fyrir gott sýni með eðlilega áferð. Einkunnin lækkar ef ferskleiki hefur dalað eða einkenni þráa eða annara skemmdareinkenna eru af sýni svo og ef áferð er óeðlileg.

2.3.2. Efnasamsetning

Salt var ákvarðað samkvæmt aðferð Volhards (AOAC, 1990). Vatn var mælt með hitun í ofni við 103-105°C í fjórar klst. (AOCS, 1989) og fita samkvæmt aðferð AOAC (1990). Köfnunarefnisinnihald var mælt með semi-macro Kjetec aðferð, ISO 5983-1979 (Digestion System 40, 1016 digester, Tecator, England). Þessar aðferðir eru samkvæmt aðferðahandbók í gæðahandbók efnastofu Rf (Ghb-e-AM).

2.3.3. Fitugæði

Fyrir Peroxíð mælingu og mælingu á fríum fitusýrum var fita dregin út skv. Bligh & Dyer (1959) aðferð. Peroxíð var mælt skv. aðferð AOCS (Cd8-53) og magn frírra fitusýra skv. aðferð AOCS (Ca5a-40). TBA-gildi (thiobarbituric acid value) var mælt skv. aðferð Tarladgis (1960).

2.3.4. Örverur

Heildarlíftala (LT 22°C) var mæld samkvæmt aðferðahandbók örverustofu Rf (Ghb-e-AM).

2.3.5. Leysanleg prótein

Leysanleg prótein voru mæld samkvæmt aðferð Kelleher & Hultin (1991) í 1M LiCl og 1M KCl lausnum. Rannsóknir hafa sýnt að frosthvötuð afmyndun verður í mögnum fiski (Mills, 1975; Colmenero & Borderias, 1983; Sotelo o.fl. 1995). Fita olli þó vandræðum og var því gripið til þess ráðs að sía flotið eftir skilvindun með Whatman nr 2 - síupappír

2.3.6. Áferðarmælingar

TPA áferðarmælingar (Texture Profile Analysis) voru framkvæmdar með Texture Analyser TA.XT2 (Stable Micro Systems, Surrey, England) með 22 mm sívölum staut. Við TPA áferðarmælingu er þrýst tvisvar sinnum (tveggja tuggu próf) á sýnið niður í 50% af hæð sýnis með 5 sekúnda biðtíma milli mælinga. Keyrsluhraði mælis var stilltur á 2,0 mm/sek. Mælingar voru framkvæmdar á vöðvahlið flaks (hnakki og miðja). Niðurstöður eru metnar sem harka eða hámarkskraftur við fyrri þrýstingu.

2.3.7. Litamælingar

Litur flakanna var mældur með Minolta mæli (type CR-300, Japan) sem skilar niðurstöðum í Lab-kerfi þar sem L gefur til kynna hversu ljóst/dökkt sýnið er, a* gefur til kynna hvar litur er staddur milli græns litar og rauðs. Tákn b* gefur til kynna hvar litur sýnisins er staddur á bilinu blár-gulur.

Mæld voru 20 hægriflök úr hvorum pökkunarhópi. Reynt var að mæla roðmegin á flökum en það gekk ekki þar sem silfurhimnan truflaði ávalt mælingu. Því var mælt ofan á flökin (vöðvahlið). Mælt var þrisvar sinnum á hnakka flakanna og þrisvar sinnum á miðju þeirra.

2.4. Tölfræðileg úrvinnsla gagna

2.4.1. Hefðbundin tölfræði

Tölfræðiforritið NCSS var notað til að framkvæma tvíþátta ANOVA greiningu á niðurstöðum. Kannað var hvort marktækur munur væri milli einstakra sýna, þar sem sýni var ákveðin meðhöndlun, pökkun og tími í frysti. Fyrir utan texta í niðurstöðukafla er bent á Viðauka þar sem hægt er að sjá á hvaða sýnum er marktækur munur miðað við 95% öryggismörk. Við greiningu á niðurstöðum í skynmati skal haft í huga að mælingar fara fram yfir þrettán mánuði. Einnig að það eru ekki alltaf sömu dómarar sem dæma sýnin vegna starfsmannaveiltu hjá stofnuninni. Allir dómarar voru þjálfaðir í mati á soðnum og ferskum síldarflökum áður en þeir tóku þátt í tilrauninni.

2.4.2. Höfuðþáttagreining

Niðurstöður voru meðhöndlaðar með höfuðþáttagreiningu með forritinu Unscrambler®. Höfuðþáttagreiningu er hægt að nota til að kanna hvernig mismunandi mælipættir (breytur) fyrir hóp sýna tengjast hver öðrum. Einnig til að kanna tengsl á milli sýna og hvort finna megi hópa af svipuðum sýnum. Meginmarkmið höfuðþáttagreiningar er fækkun mikilvægra breytistærða og er hægt að skoða myndrænt allt að þrjár breytur í einu. Við hefðbundna tölfræðigreiningu er einungis unnið með eina breytu í einu og þá vantar upplýsingar um tengsl meðal breytanna.

Sameiginlega leggja háðar grunnbreytur framlag til nýrra reiknaðra breyta eða höfuðþátta (HP) þar sem hver höfuðþáttur er línuleg samantekt upprunalegu breytanna. Mest lýsir fyrsti höfuðþáttur af breytanleika safnsins, annar höfuðþáttur næst mestu og þannig koll af kalli. Fyrstu tveir til þrjú höfuðþættirnir lýsa oft stórum hluta breytanleikans og eru því mikilvægastir við túkun gagna (Rósa Jónsdóttir, 1997).

Niðurstöður úr höfuðþáttagreiningu eru aðallega skoðaðar með tveimur gerðum mynda. Annars vegar framlagsmynd (*loadings*) sem sýnir tengsl milli mælipátta og skormynd þar sem tengsl milli sýna er kannað. Einnig er hægt að skoða niðurstöður á sammynd (*biplot*) þar sem skor sýna og framlög mismunandi breyta er teiknað inn á sömu mynd.

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

3.1. Efnasamsetning

Efnasamsetning síldar úr lotunum þremur (tafla 3) breyttist ekki marktækt á geymslu-tímanum.

Tafla 3. Efnasamsetning síldarflaka við upphaf tilraunar (%).

	Lota 1	Lota 2	Lota 3
Vatn	71	73	74
Prótein	17	17	16
Fita	10	9	9
Aska	1,4	1,5	1,5

3.2. Örverur

Niðurstöður örverutalningar má sjá í töflu 4. Örverur voru ekki mældar í lotu 3.

Tafla 4. Örverur í frystum síldarflökum.

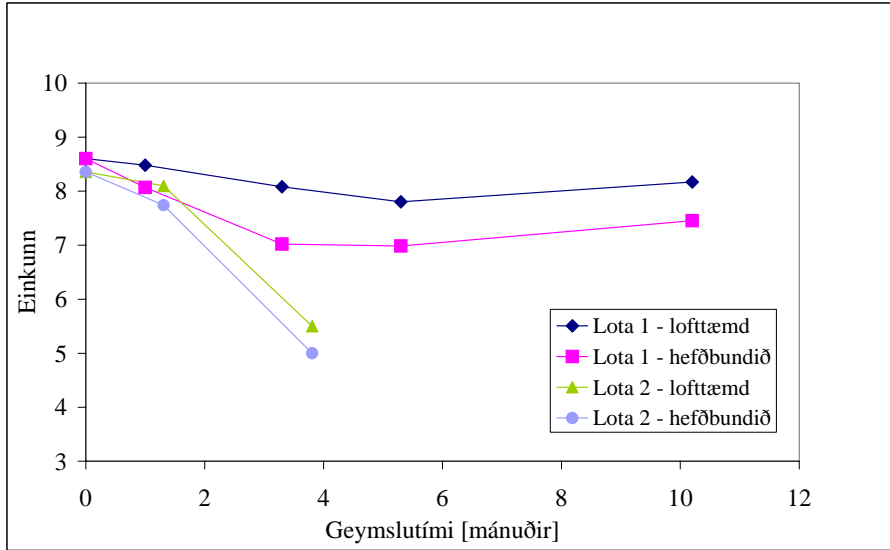
	LT 22°C [1/g]	Listeria spp
Fyrir frystingu (lota 1)	10.900	ekki mælt
Fyrir frystingu (lota 2)	67.000	ekki mælt
1 mán í frysti (lota 1)	3.400	+
1 mán í frysti (lota 2)	45.000	+

3.3. Skynmat

Lotur 1 og 2

Niðurstöður ferskleikamats lotu 1 má sjá á mynd 1. Vakúmpakkaði hópurinn fékk jafnan hærra einkunn á geymslutímanum. Hvorugur hópanna úr lotu 1 var dæmdur skemmdur eftir árs frystigeymslu.

Síld úr lotu 2 var dæmd þrá eftir aðeins fjögurra mánaða frystigeymslu (einkunn 5 eða undir). Ástæðuna má e.t.v. rekja til veiðafæra (nót/troll) eða til þess að töluvert lengri tími leið frá veiðum til pökkunar í lotu 2 heldur en í lotu 1.



Mynd 1. Ferskleiki soðinna síldarflaka metið með skynmati eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C. Lota 1 – síld veidd í október 1997; Lota 2 síld veidd í desember 1997.

Lota 3

Í umræðum fyrir lotu 3 eru notaðar eftirfarandi skammstafanir fyrir síldarsýnin eins og kom fram í kafla 2.:

HH fyrir hefðbundin meðhöndlun, hefðbundin pökkun

HL fyrir hefðbundin meðhöndlun, lofttæmdar umbúðir

PH fyrir síldarflök með þráahindra og pakkað í hefðbundnar umbúðir

PL fyrir síldarflök með þráahindra og pakkað í lofttæmdar umbúðir

Tími í frysti er sýndur sem 01, 04, 09 eða 13 á eftir skammstöfun.

Ítarlegra skynmat var framkvæmt fyrir lotu þrjú heldur en fyrir fyrri loturnar tvær. Upphafsgæði voru ekki metin með skynmati. Strax eftir mánaðargeymslu má sjá mun á ferskleikamati (mynd 2) eftir meðhöndlun og pökkun þar sem sýni meðhöndluð með þráavarnarefni fá hærri einkunn en sýni ekki meðhöndluð með þráavarnarefni. Munur er þó ekki marktækur á sýnum eftir mánaðargeymslu í frysti.

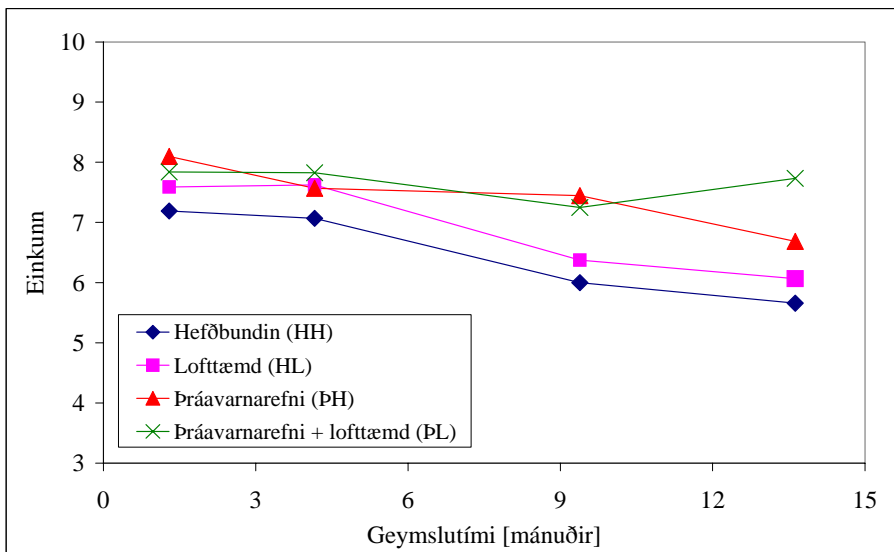
Ferskleikamat sýnir að síld pakkað á hefðbundin hátt er dæmd ónýt eftir 9 mánaða (HH09) geymslu í frysti (fær 6,0 í meðaltal). Marktækur munur er á milli þess sýnis og allra sýna eftir mánaðargeymslu í frysti (HL01, PH01 og PL01) fyrir utan ferskleikamat á síldarflökum í hefðbundinni pakkningu (HH01). Eftir 13 mánaða geymslu í frysti í hefðbundinni pakkningu (HH13) er marktækur munur á ferskleikamati og mati á öllum upphafssýnum (HH01, HL01, PH01 og PL01).

Síld sem pakkað er í lofttæmdar umbúðir og ekki meðhöndluð með þráavarnarefni er hins vegar hæf til neyslu eftir 13 mánaða geymslu (HL13; 6,1 í meðaltal) og geymist því á milli vertíða samkvæmt ferskleikamati. Munur milli upphafssýnis (HL01) og einkunnar eftir 13 mánaða geymslu er þó marktækur.

Hráefni sem var meðhöndlað með þráavarnarefni fyrir frystingu fær hærri einkunn í ferskleikamati en sýni sem ekki hafa verið meðhöndluð með þráahindra. Ekki er marktækur munur á ferskleikamati upphafssýna og sýna sem meðhöndluð voru með þráahindra og pökkuð í hefðbundnar umbúðir jafnvel eftir 13 mánaða geymslu í frysti (PH13).

Ekki er mikill munur á sýnum sem hafa verið meðhöndluð með þráahindra hvort sem síldarflökin eru pökkuð í hefðbundnar pakkningar eða í lofttæmdar umbúðir. Fyrst eftir 13 mánaða geymslu er munur eftir pökkunaraðferð á sýnunum sem meðhöndluð voru með þráahindra. Sá munur er þó ekki marktækur.

Mat á ferskleika síldarflaka eftir mismunandi pökkun og meðhöndlun bendir því til að þráahindri hafi meiri áhrif heldur en pökkun í lofttæmdar umbúðir.



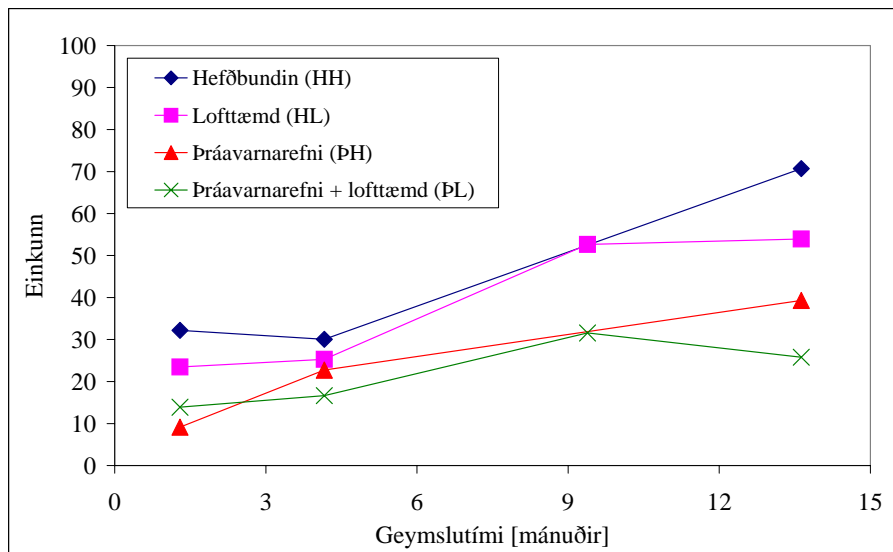
Mynd 2. Ferskleiki soðinna síldarflaka metinn með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Samanburður milli lotu 1, 2 og 3 er áhugaverður. Hið stutta geymsluþol fyrir lotu 2 vekur margar spurningar. Hráefnið fær háa einkunn í upphafi og lítil breyting verður á ferskleika fyrsta mánuðinn í geymslu í frysti en þar næst fellur hann mikið. Eins og kom

fram hér að ofan er talið að hráefnið hafa orðið fyrir skemmdum fyrir frystingu. Erfitt er því að bera saman sýni. Sýni úr lotu 1, bæði pökkuð í hefðbundnar og lofttæmdar umbúðir eru dæmd hæf (meðaltal yfir 6,0) eftir ársgeymslu í frysti. Hráefni í lotu 3 var ekki metið með skynmati fyrr en eftir mánaðargeymslu í frysti. Þá strax er greinilegt að síld í lotu 3 fær lægri einkunn en í lotu 1. Upphafsgæði hráefnis ráða því greinilega miklu um geysluþol hér sem í annarri matvælavinnslu.

Þráabragð

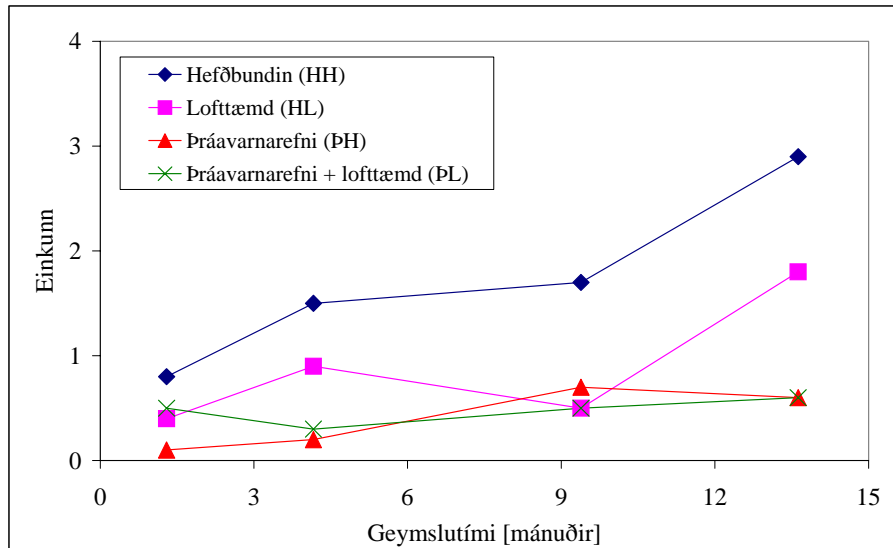
Dómarar mátu þráabragð af soðnum sýnum (mynd 3). Einkunn fyrir þráabragð hækkar í öllum hópum við frystigeyslu. Strax eftir mánaðar frystigeyslu er áberandi að síld sem ekki hefur verið meðhöndluð með þráavarnarefni hefur minna þráabragð metið með skynmati. Helst sá munur út geyslutíman. Einnig er greinilegt að lofttæming dregur úr myndun þráabragðs hvort sem síldin hefur verið meðhöndluð með þráavarnarefni eða ekki. Efnaðferð hefur þó meiri áhrif heldur en lofttæming. Eftir 9 til 13 mánaða geyslu er þráabragð af síld sem hefur verið meðhöndluð með þráavarnarefni svipað (PH09, PH13, PL09, PL13) og af síld sem hefur verið pakkað á hefðbundin hátt eftir einungis mánaðar geyslu í frysti (HH01). Marktækur munur er á þráabragði sýna sem ekki hafa verið meðhöndluð með þráahindra eftir 9 og 13 mánuði og öðrum sýnum. Í flestum tilfellum er ekki marktækur munur á öðrum sýnum (sjá nánar í viðauka).



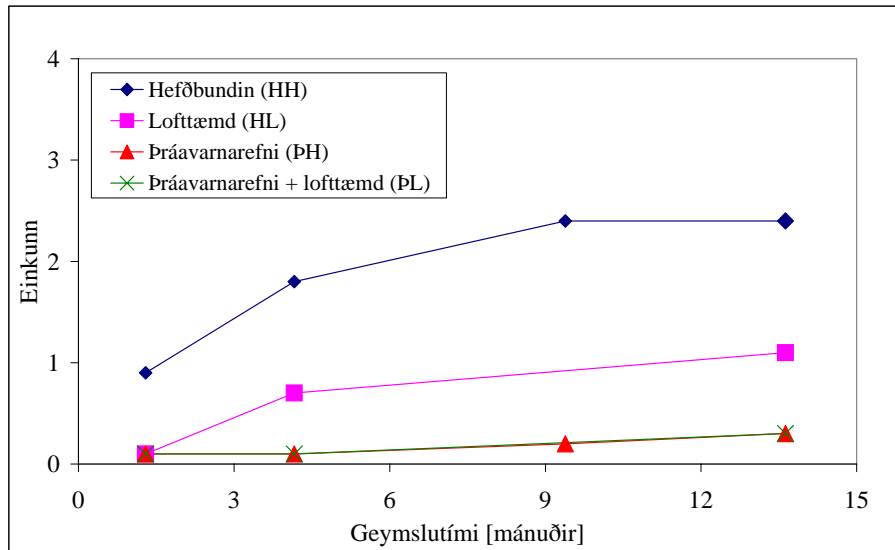
Mynd 3. Þráabragð af soðnum síldarflökum metið með skynmati eftir allt að 13 mánaða geyslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Þráalykt

Þráalykt var metin af hráum sýnum, bæði í heilum flökum (mynd 4) og í hakki (mynd 5). Lyktin var metin á skala frá 0 til 4 þar sem 0 er engin þráalykt, 0,5 á mörkum, 1 vottur, 2 greinileg, 3 mikil og 4 mjög mikil. Vottur af þráalykt er af hefðbundnum sýnum eftir mánaðar geymslu í frysti (HH01) og eftir 4 mánuði (HH04) er hún að verða greinileg. Lofttæming hefur mikil áhrif á þráalykt og af síldarhakki er ekki vottur af þráalykt fyrr en eftir árs geymslu í frysti (HL13). Lyktin kemur fyrr fram í flökum en eftir 13 mánaða geymslu (HL13) er þráalykt orðin sambærileg og í sýnum sem voru pökkuð í hefðbundnar pakkningar eftir 9 mánuði (HL09). Vottur af þráalykt er ekki að finna af hráum síldarflökum eða hakki sem hefur verið meðhöndlað með þráavarnarefni jafnvel eftir 13 mánaða geymslu í frysti.



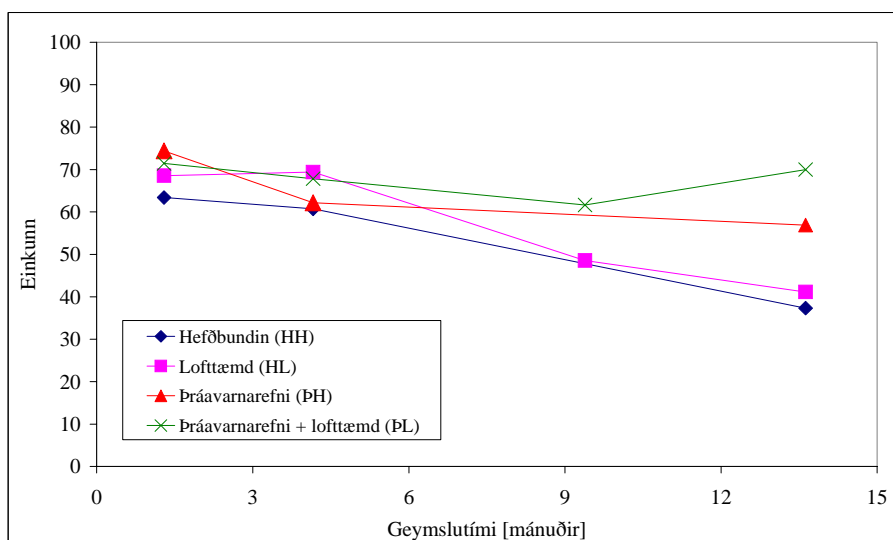
Mynd 4. Þráalykt af ferskum síldarflökum metið með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.



Mynd 5. Þráalykt af ferskum, hökkuðum síldarflökum metið með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Aukabragð

Dómarar voru beðnir að meta hvort aukabragð væri af sýnum (mynd 6). Eftir mánaðar geymslu í frysti er meira aukabragð af sýnum meðhöndluðum með þráavarnarefni. Helst einkunn óbreytt fyrir sýnin út geymslutímabilið. Aukabragð kemur fram í sýnum sem ekki voru meðhöndluð með þráavarnarefni þegar líður á geymslutímabilið. Líklega er þráabragð farið að hafa áhrif á mat dómaranna sem skilgreina það sem aukabragð. Ekki er marktækur munur á niðurstöðum fyrir aukabragð.

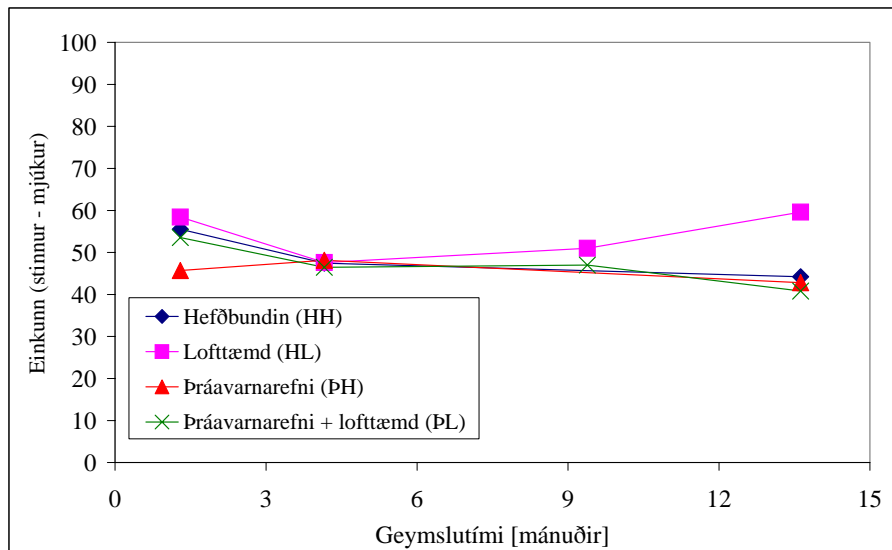


Mynd 6. Aukabragð af soðnum síldarflökum metið með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Áferð metin með skynmati. Áferðareiginleikar soðinna síldarflaka voru metnir: stinnur/mjúkur (mynd 7), þurr/safaríkur (mynd 8) og meyrni (mynd 9). Lítil breyting varð á þessum þáttum við frystigeymslu. Áferð getur verið erfitt að meta, jafnvel fyrir vanan skynmatshóp sem að hluta til getur verið ástæðan fyrir því hversu lítill munur er greindur á áferð metinni með skynmati.

Stinnleiki

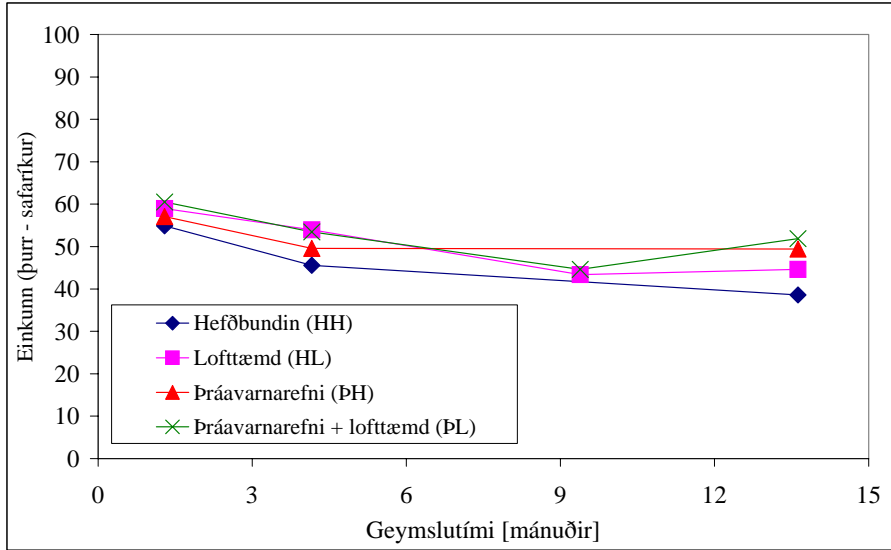
Eftir mánuð í frystigeymslu er hópur meðhöndlaður með þráavarnarefni (PH01) stinnari en önnur sýni – við næstu sýnatöku eftir fjóra mánuði í frysti er þessi munur ekki lengur sjáanlegur. Eftir 9 og 13 mánuði í frysti eru ómeðhöndluð sýni pökkuð í lofttæmdar umbúðir mykri en önnur sýni. Ekki er marktækur munur á stinnleika mismunandi hópa.



Mynd 7. Áferð (stinnur – mjúkur) soðinna síldarflaka metin með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Safi

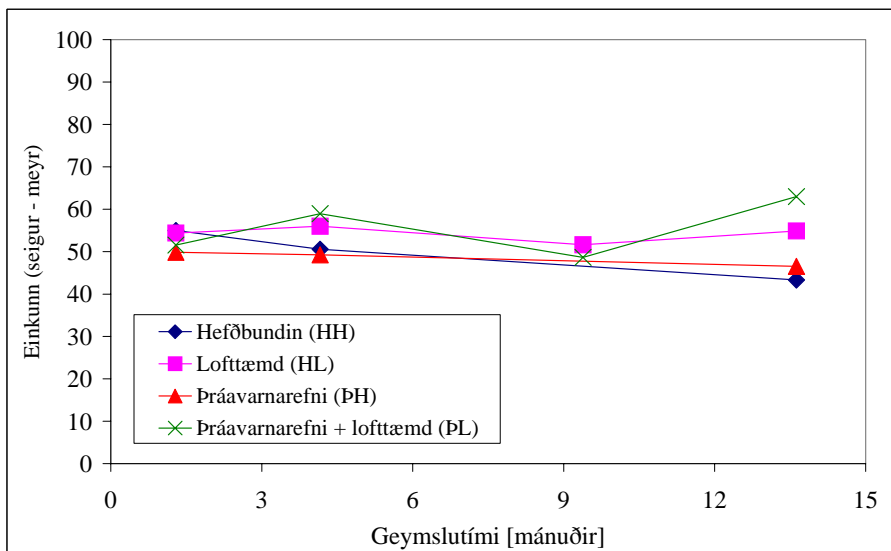
Öll sýni verða þurrari við frystigeymslu og virðist meðhöndlun og pökkun ekki hafa afgerandi áhrif á þennan matsþátt. Sýni í hefðbundnum umbúðum sem hafa verið í frysti í 13 mánuði (HH13) eru þó marktækt þurrari en sýni sem hafa verið meðhöndluð með þráahindra eftir mánuð í frysti (PH01 og PL01). Ekki er marktækur munur á hversu safarík önnur sýni eru metin með skynmati.



Mynd 8. Safi (purr – safaríkur) soðinna síldarflaka metinn með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Meyrni

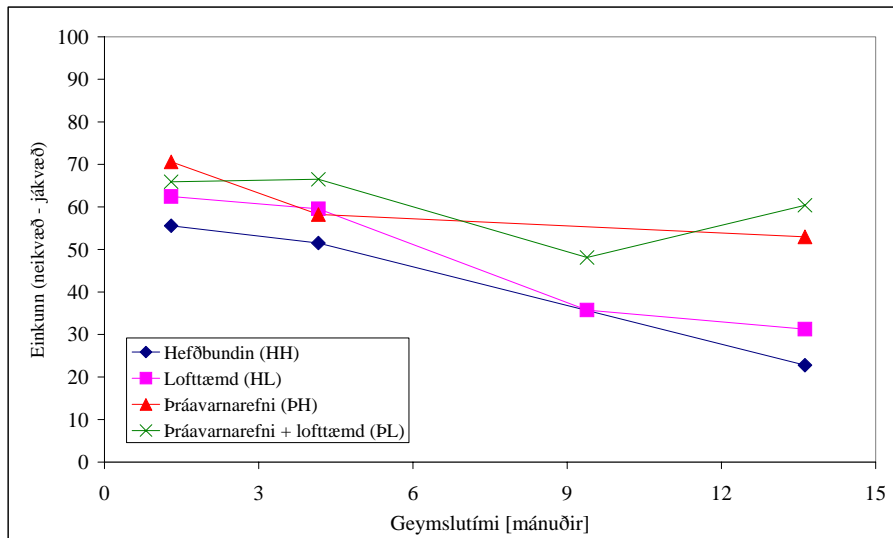
Lítill breyting verður á meyrni með geymslutíma en eftir 13 mánuði eru sýni pökkuð í lofttæmdar umbúðir (HL&PL13) meyrari en hin sýnin (mynd 9). Einungis er marktækur munur á meyrni hefðbundinna flaka eftir 13 mánaða frystigeymslu (HH13) og fyrstu mælingu á sýnum meðhöndluðum með þráahindra og pökkuðum í lofttæmdar umbúðir (PL01).



Mynd 9. Meyrni (seigur – meyr) soðinna síldarflaka metinn með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Heildaráhrif

Að lokum voru dómarar beðnir um að meta heildaráhrif soðinna síldarflaka (mynd 10). Heildaráhrif verða neikvæðari fyrir öll sýni við frystigeymslu. Mest lækkun er í sýnum sem ekki voru meðhöndluð með þráavarnarefni (HH og HL). Lofttæming dregur einnig úr neikvæðum áhrifum en ekki í sama mæli og meðhöndlun með þráavarnarefni. Sýni sem ekki höfðu verið meðhöndluð með þráahindra fá marktækt lakari heildareinkunn en nánast öll önnur sýni eftir 13 mánaða geymslu í frysti (HH13 og HL13). Ekki er marktækur munur á öðrum niðurstöðum.



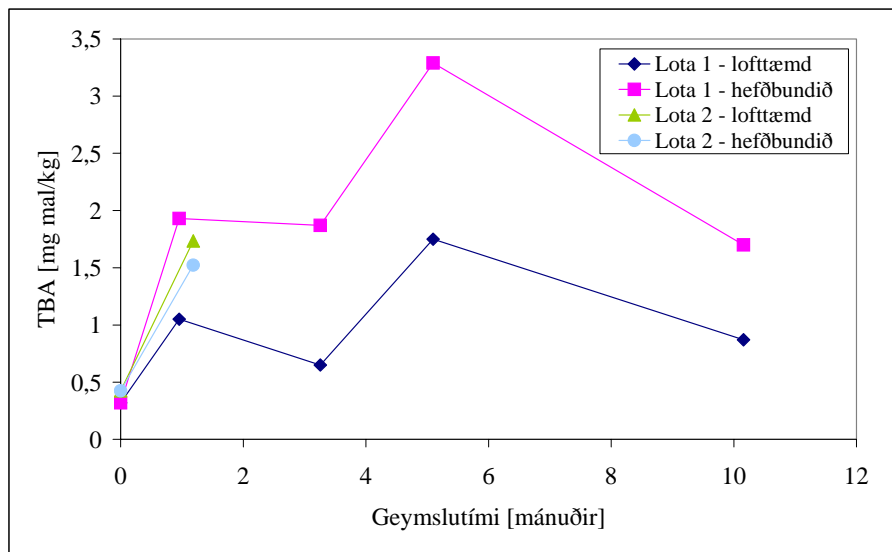
Mynd 10. Heildareinkunn soðinna síldarflaka metin með skynmati eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

3.4. Fitugæði

3.4.1. TBA

Lotur 1 og 2

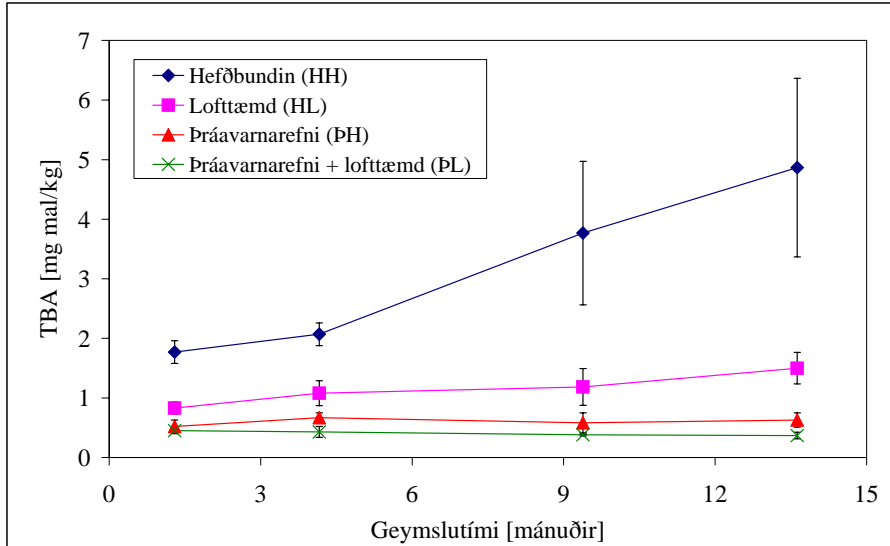
Niðurstöður TBA mælinga má sjá á mynd 11. Í lotu 1 var TBA-gildi hóps sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir ávallt lægra heldur en TBA-gildi hefðbundins hóps og bendir það til hægari þrúnunar í hópi pökkuðum í lofttæmdar umbúðir. Lotu 2 var aðeins mæld í upphafi og eftir eins mánaðar frystigeymslu.



Mynd 11. TBA gildi í síldarflökum eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lotu 1 – síld veidd í október 1997; Lotu 2 síld veidd í desember 1997.

Lotu 3

TBA mæling í lotu 3 er á mynd 12. Greinlegt er að mest þrúnun verður í síld sem hefur fengið hefðbundna meðferð (HH). Lofttæming ein og sér dregur mikið úr þráamyndun og þráahindri ennfrekar (PH og PL). Niðurstöður úr lotu 1 (mynd 11) voru nokkuð upp og niður en vart er sömu tilhneigingar, lofttæming dregur verulega úr þrúnun. Marktækur munur er á TBA gildum fyrir sýni sem hafa fengið hefðbundna meðferð eftir 9 og 13 mánaða frystigeymslu (HH09;13) og öllum öðrum niðurstöðum. Einnig er marktækur munur á TBA gildi í hefðbundnum síldarflökum eftir fjögurra mánaða geymslu (HH09) og öllum öðrum gildum að undanskildri mælingu eftir mánaðargeymslu á sama hóp (HH01).



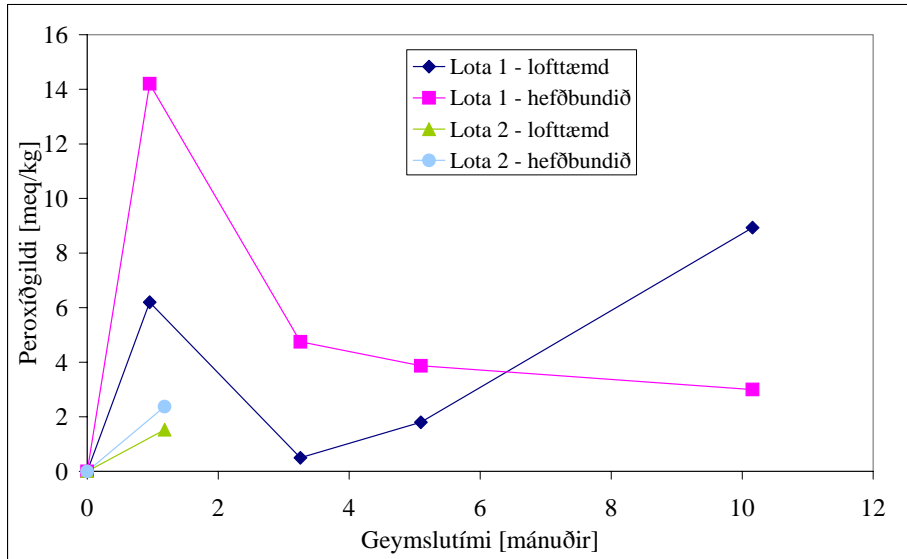
Mynd 12. TBA gildi í síldarflökum eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuð í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án práavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998. Meðaltal ásamt staðalfrávikum.

Ekki er unnt að segja til um hvert TBA gildið þarf að vera til þess að síld teljist þrá en það hefur verið bent á að þráabragð fer að finnast af laxi ef $\text{TBA} > 1\text{mg/kg}$ (Snorri Þórisson & Margrét Bragadóttir, 1992). Þröskuldsgildi eru mjög mismunandi eftir tegundum. Samanburður við niðurstöður á þráabragði og lykt metið með skynmati (myndir 3, 4 og 5) benda til að svipað gildi fyrir síldarflök, að þröskuldsgildi fyrir þráabragð sé um $>1\text{mg/kg}$.

3.4.2. Peroxíð

Lotur 1 og 2

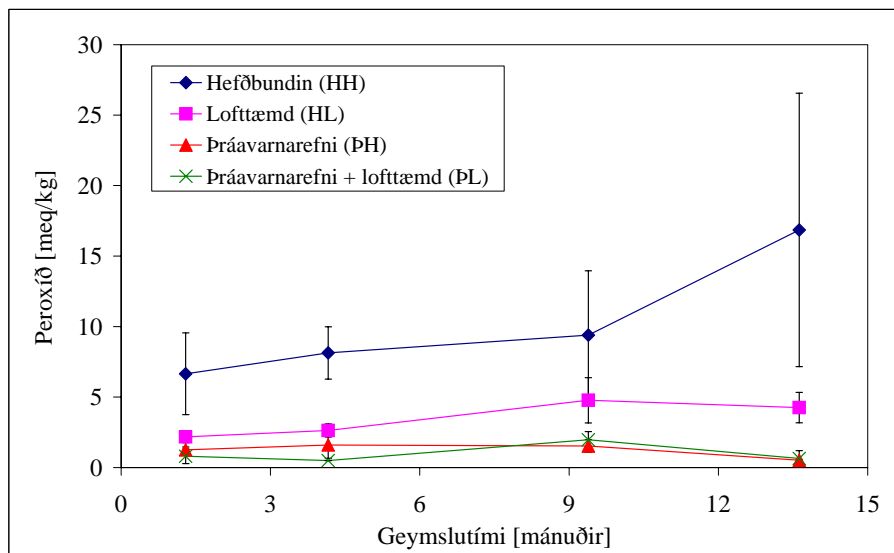
Niðurstöður peroxíðmælinga má sjá á mynd 13. Í lotu 1 má sjá mjög snarpt ris í peroxíðgildi sem síðan minnkar er á líður geymslutímann. Bendir þetta til þess að peroxíð magnið hafi náð hámarki og sé farið að brotna niður. Í vakúmpakkaða hóp lotu 1 má hins vegar greina að peroxíðgildi hafi ekki náð hámarki sínu á geymslutímanum. Þetta bendir til þess að náð hafi að tefja verulega fyrir þránunarförum í vakúmpakkaða hópnum. Lota 2 var aðeins mæld í upphafi og eftir einn mánuð í frysti.



Mynd 13. Peroxíðgildi í síldarflökum eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lota 1 – síld veidd í október 1997; Lota 2 síld veidd í desember 1997.

Lota 3

Peroxíðgildi fyrir lotu 3 hækkar mest í hefðbundinni síld (HH, mynd 13) en minna í síld sem var þökkuð í lofttæmdar umbúðir. Mun lægra peroxíðgildi fæst í sýnum sem eru þökkuð í lofttæmdar umbúðir. Marktækur munur er á síðasta gildi í hefðbundnum hóp og öllum öðrum niðurstöðum. Einnig er marktækur munur á hefðbundnum hóp eftir 9 mánaða geymslu (HH09) og öðrum gildum að undanskilum gildum fyrir hefðbundina meðhöndlum í öllum mælipunktum.

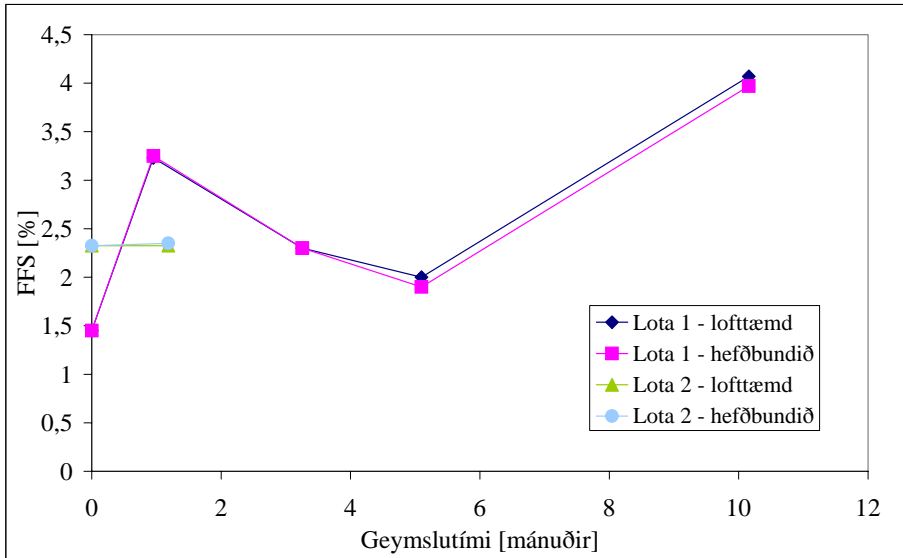


Mynd 14. Peroxíðgildi síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þrávarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998. Meðaltal ásamt staðalfrávik.

3.4.3. Fríar fitusýrur

Lotur 1 og 2

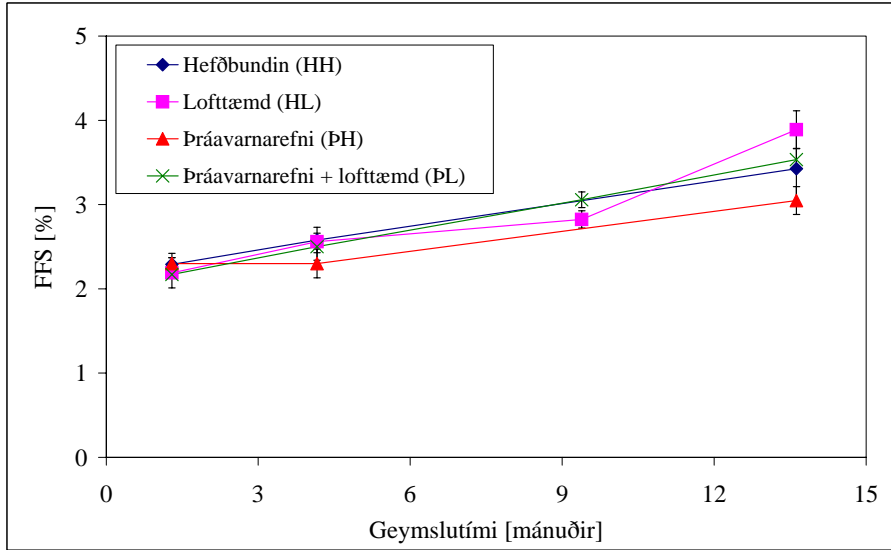
Niðurstöður mælinga á fríum fitusýrum má sjá á mynd 15. Enginn munur var á magni frírra fitusýra eftir pökkunarhópum.



Mynd 15. Fríar fitusýrur í síldarflökum eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C. Lota 1 – síld veidd í október 1997; Lota 2 síld veidd í desember 1997.

Lota 3

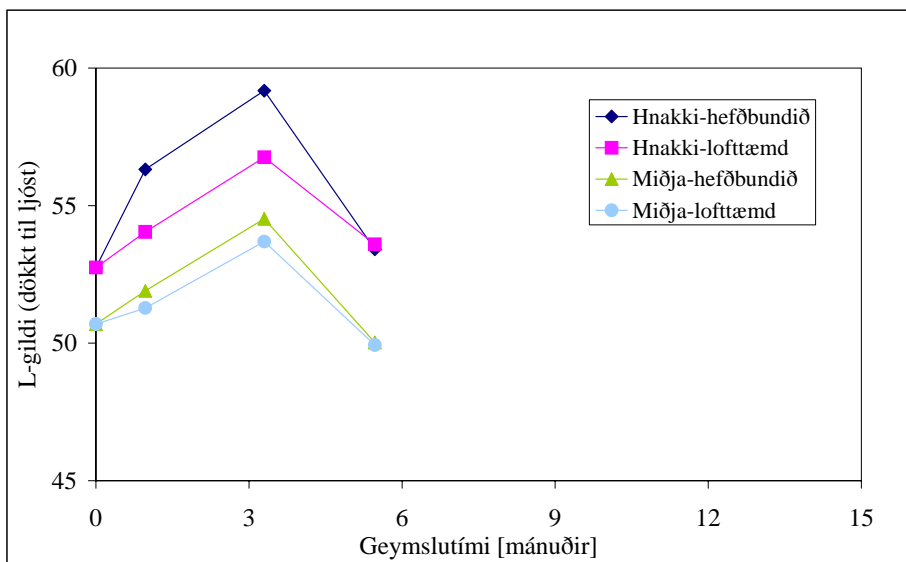
Á sama hátt fyrir lotu 3 er ekki greinanlegur munur á milli frírra fitusýra (FFS) eftir pökkunaraðferð. Gildið hækkar fyrir alla hópana með geymslutíma. Ekki er marktækur munur á niðurstöðum fyrir fríar fitusýrur nema að sýni í hefðbundum umbúðum meðhöndluð með þráahindra og hefðbundin sýni, hvortveggja eftir 9 mánaða geymslu, (PH09 og HH09) eru marktækt öðruvísi en önnur gildi. Þar sem þessi sýni voru tekin saman gæti verið um mæliskekkju að ræða.



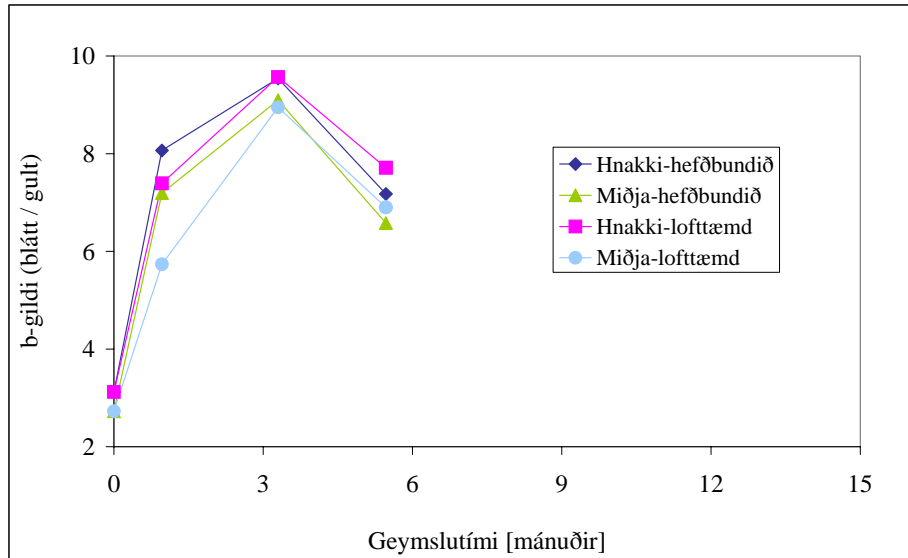
Mynd 16. Fríar fitusýrur í frystum síldarflökum eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án práavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998. Meðaltal ásamt staðalfrávikum.

3.5. Litmæling

Niðurstöður litmælingarinnar úr lotu 1 eftir allt að 6 mánaða frystingu má sjá á mynd 17 og 18. Á mynd 17 má sjá hvernig flökin lýsast fyrstu þrjú mánuðina en dökkna aftur á sjötta mánuði. Alltaf fengust ljósari gildi úr hefðbundna pökkunarhóp heldur en úr vakúmpakkaða hópnum. Á mynd 18 sést hve flökin gulna hratt á fyrsta mánuði geymslutímans. Ekki er unnt að greina mun milli pökkunarhópa. Sambærilegar niðurstöður fengust fyrir lotu 2 eftir einn mánuð í frysti (niðurstöður ekki sýndar).



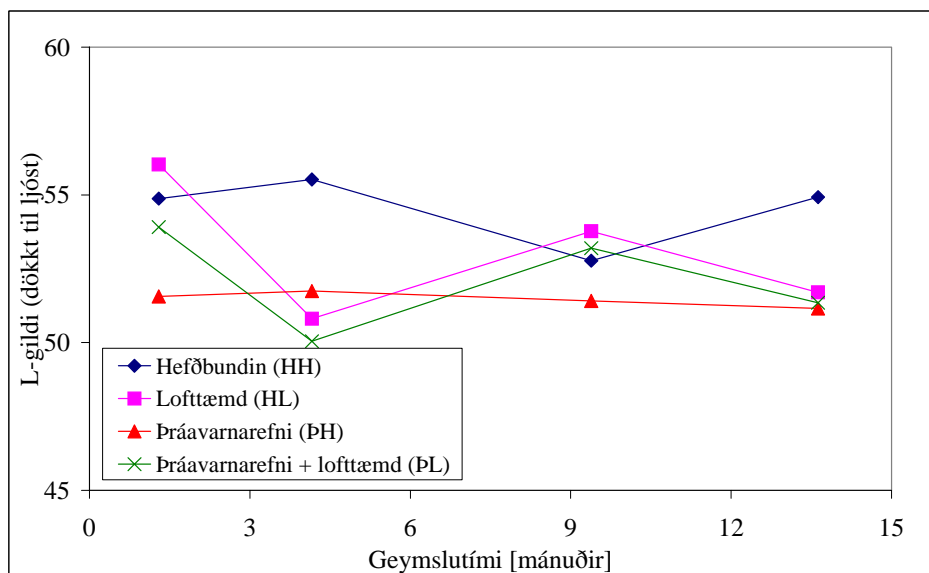
Mynd 17. L-gildi (ljóst / dökkt) í síldarflökum eftir allt að 6 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lota 1 – síld veidd í október 1997; Lota -2 síld veidd í desember 1997.



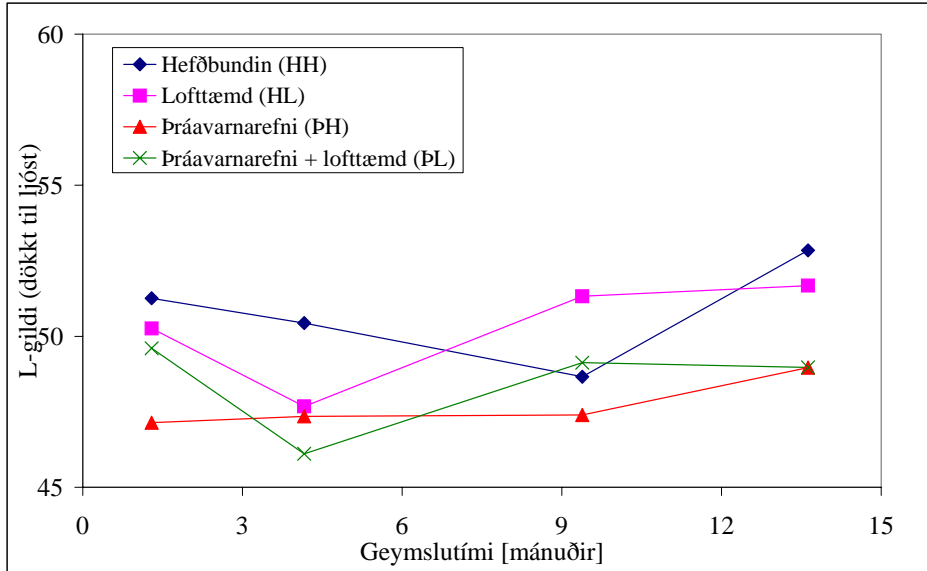
Mynd 18. b-gildi (blátt / gult) í síldarflökum eftir allt að 6 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lota 1 – síld veidd í október 1997; Lota -2 síld veidd í desember 1997.

Lota 3

Litur var mældur í sýnum úr lotu 3 eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti. Eins og fyrir lotu 1 eru flökin ljósari í hnakka heldur en miðju (myndir 19 og 20). Ekki verður vart við að sýni lýsist fyrstu þrjá mánuðina og dekkist aftur eins og fyrir sýni úr lotu 1. L-gildin er nokkuð upp og niður og erfitt að álykta nokkuð út frá mælingunum. Greinilegt er þó að yfirleitt eru sýni meðhöndluð með þráavarnarefni dekkri en sýni sem ekki hafa verið meðhöndluð.

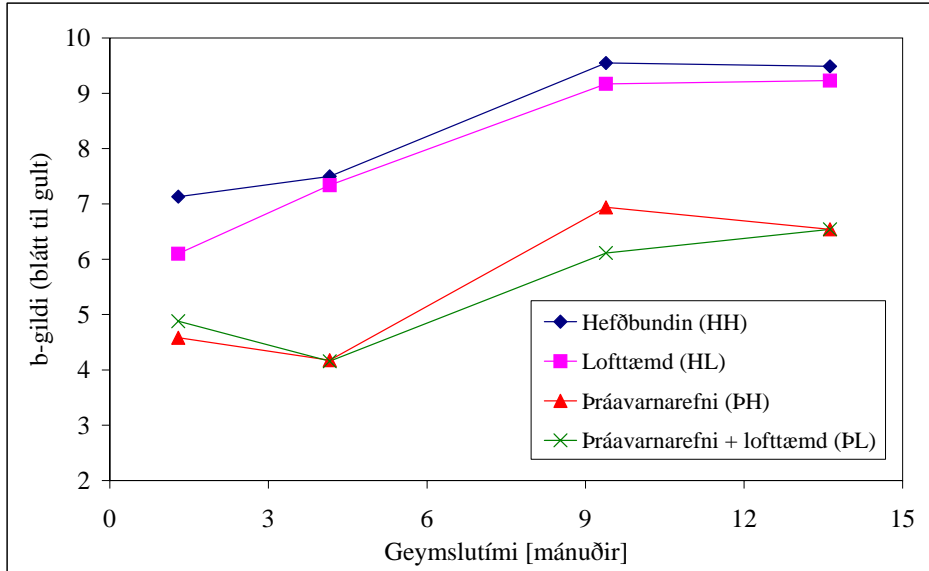


Mynd 19. L-gildi (dökkt/ljóst) í hnakka síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

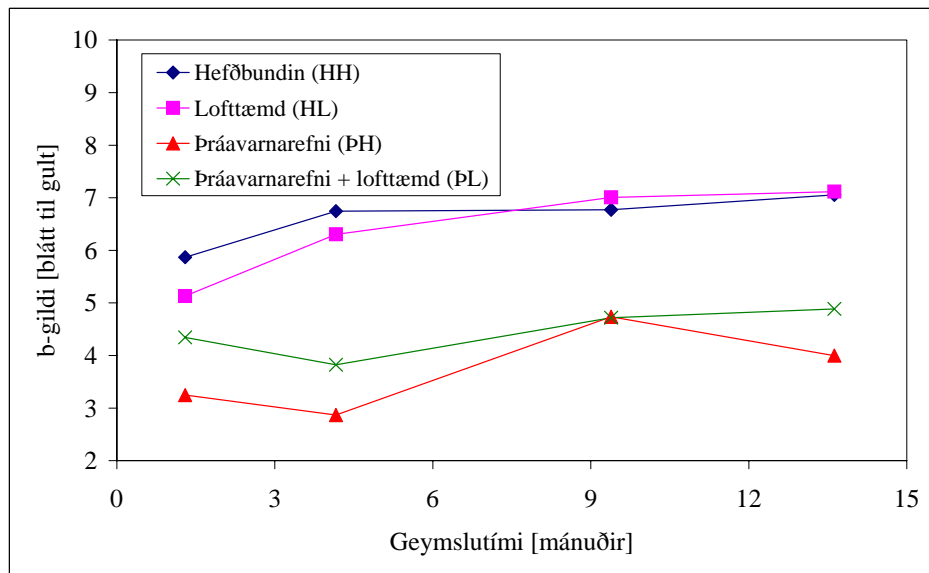


Mynd 20. L-gildi (dökt/ljóst) í miðju síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkunum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998..

Þránun getur valdið myndun á gulum lit á flökum. Því er sérstaklega áhugavert að fylgjast með myndun á gulum lit. Síldarflökin eru gulari í hnakka heldur en miðju og gildir það fyrir alla hópa (myndir 21 og 22). Sýni sem ekki hafa verið meðhöndluð með þráavarnarefni eru gulari en sýni sem voru meðhöndluð með þráavarnarefni fyrir frystingu. Lofttæmd þökkun dregur einnig úr gulum lit en ekki jafn mikið. Mest breyting verður fyrstu þrjá mánuðina í frystigeymslu í miðju flaka en meiri aukning verður í hnakka út geymslutímabilið. Marktækur munur er í hverjum mælipunkti milli sýna sem hafa verið meðhöndluð með þráahindra og þeirra sem ekki voru meðhöndluð. Eftir 9 mánaða geymslu er ekki marktækur munur á sýnum meðhöndluðum með þráahindra og upphafssýna án þráahindra (HH01 og HL01). Notkun þráahindra getur samkvæmt þessu tryggt að gulur litur vex ekki með frystigeymslu og síldarflök geymast milli vertíða.



Mynd 21. b-gildi (blátt/gult) í hnacka síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þrávarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

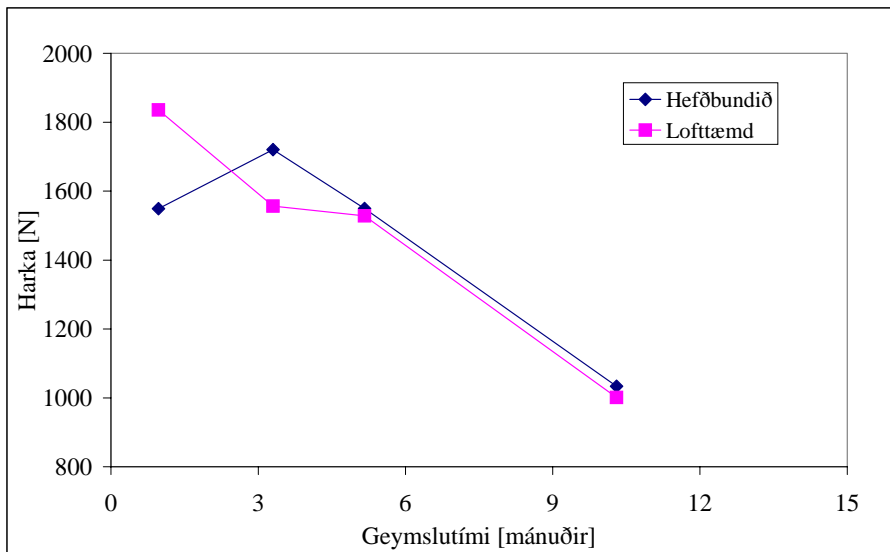


Mynd 22. b-gildi (blátt/gult) í miðju síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þrávarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998

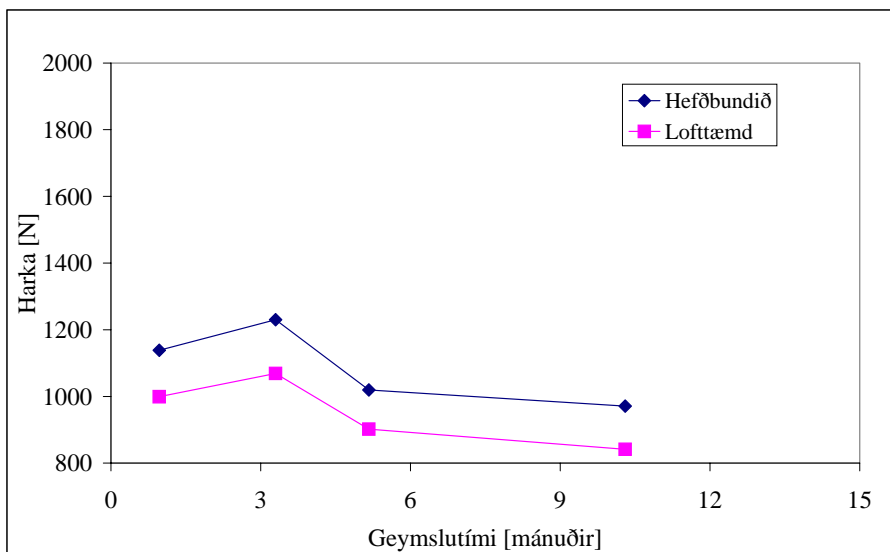
3.6. Áferð

Lota 1

Niðurstöður áferðamælinga á lotu 1 benda til þess að síld linist í frystigeymslu (myndir 23 og 24). Ekki var marktækur munur á milli þökkunarhópa en minnkun á hörku var nánast línuleg þegar mælt var á hnakkastykki (mynd 23) (hallatala = -2,9; $r^2 = 0,97$). Þegar mælt var á miðju flakinu (mynd 24) fengust lægri gildi sem voru stöðugri á geymslutímanum. Áferðarbreytingin kom ekki fram í skynmati á lotu 1 (niðurstöður ekki sýndar).



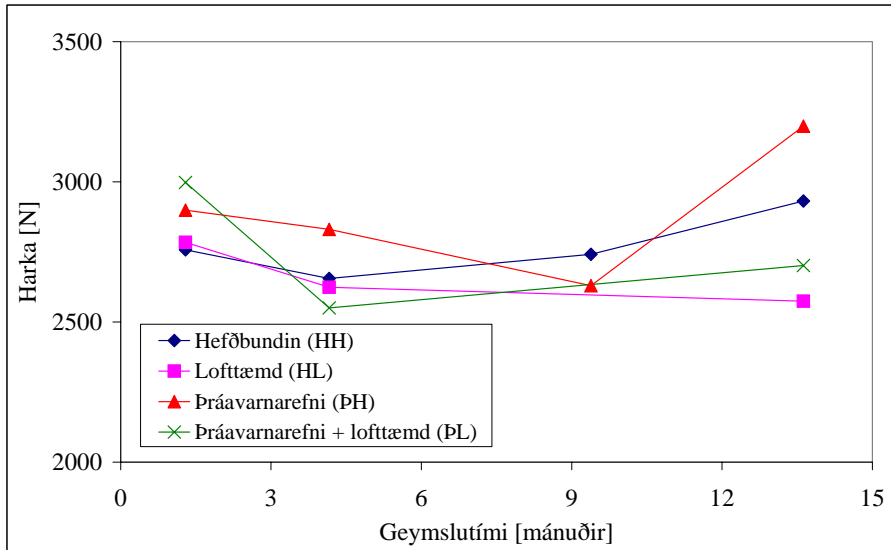
Mynd 23. Harka hnakka síldarflaka eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lota 1 – síld veidd í október 1997.



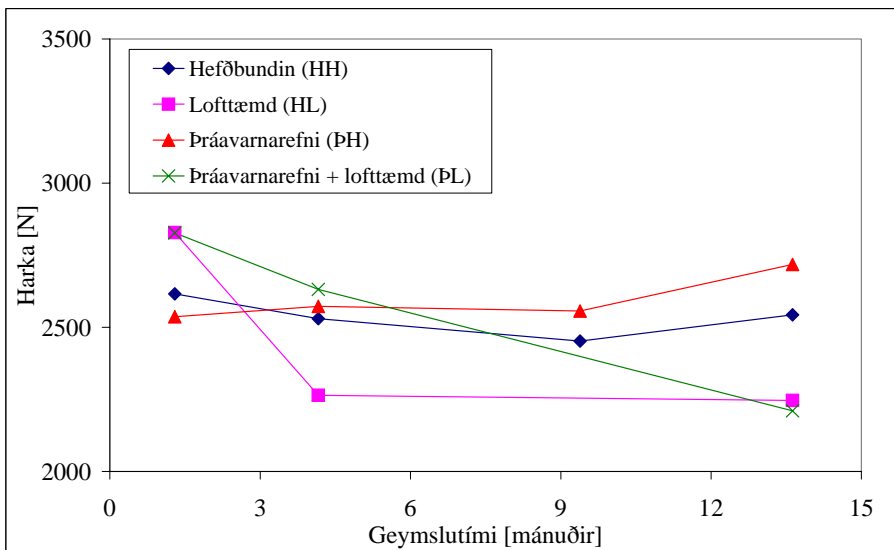
Mynd 24. Harka í miðju á frystum síldarflökum eftir allt að 10 mánaða geymslu í frysti við -24°C . Lota 1 – síld veidd í október 1997.

Lota 3

Flök í lotu 3 eru einnig mýkri í hnakka heldur en miðju flaki eins og úr lotu 1. Samskonar breyting verður hins vegar ekki með frystitíma og er harkan svipuð út geymslutímamann (myndir 25 og 26). Ekki er marktækur munur á hörku í hnakka síldarflaka við geymslu.



Mynd 25. Harka í hnakka síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.



Mynd 26. Harka í miðju í hnakka síldarflaka eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Fyrir báðar loturnar þar sem harka var mæld eru sýni pökkuð í lofttæmdar umbúðir mýkri. Sambærilegar niðurstöður komu úr mati á áferð í skynmati (myndir 7 og 9).

3.7. Leysanleg prótein

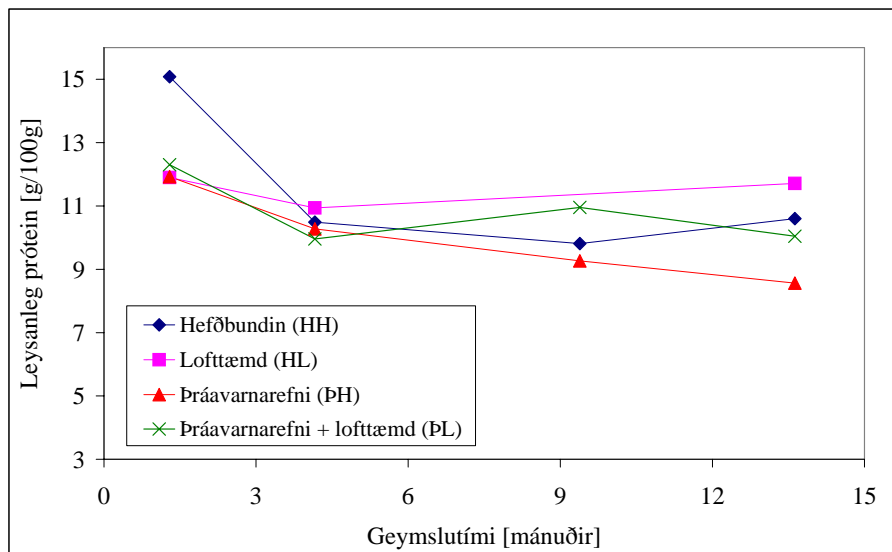
Lotur 1 og 2

Ekki er unnt að birta niðurstöður úr lotum 1 og 2 þar sem seint var komist fyrir vandamál í mælingunni sem skapaðist vegna fitu í sýnum.

Lota 3

3.7.1. LiCl

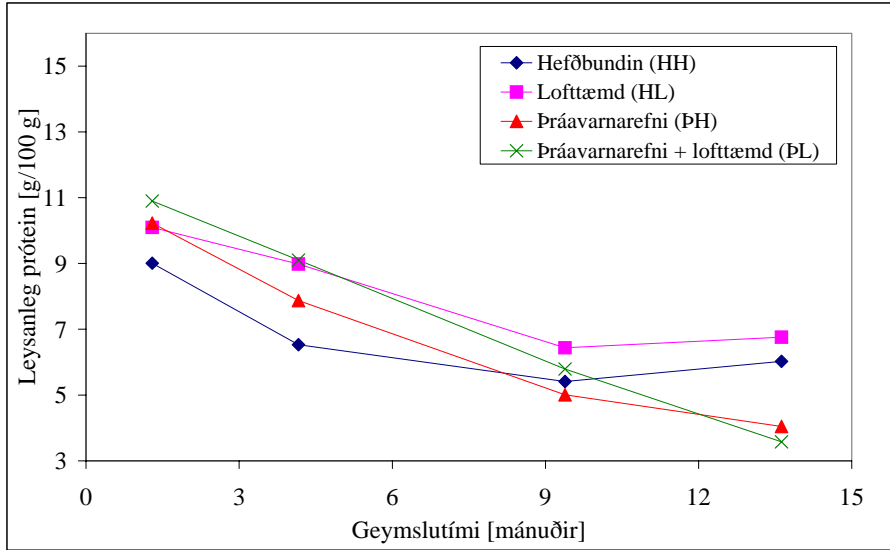
Breyting á magni leysanlegra próteina í LiCl lausn er nokkur frá fyrsta mánuði til fjórða mánaðar (mynd 29). Lítil breyting verður á magni leysanlegra próteina það sem eftir er geymslutímans. Marktækur munur er á magni leysanlegra próteina í síldarflökum í LiCl lausn sem hafa fengið hefðbundna meðhöndlun og öðrum gildum. Einnig er marktækur munur á sýni sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir eftir 9 mánaða frystigeymslu (HL09) og öðrum sýnum. Athygli vekur að sýni sem eru meðhöndluð með þráavarnarefni og pökkuð í lofttæmdar umbúðir innihalda minnst af leysanlegum próteinum sem minnkar allan geymslutíman. Minna magn leysanlegra próteina bendir til afmyndunar próteina sem veldur meðal annars krossbindingu þeirra og þar með aukinni hörku. Mælingar með áferðarmæli (myndir 25 og 26) eru ekki í samræmi við þessar niðurstöður.



Mynd 27. Leysanleg prótein í síldarflökum í 1M LiCl lausn eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C pökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

3.7.2. KCl

Magn leysanlegra próteina í 1 M KCl lausn minnkar allan geymslutímann í öllum hópum (mynd 28). Eftir 13 mánaða geymslu er leysanleiki próteina í sýnum meðhöndluð með þráavarnarefni minnstur eins og fyrir LiCl lausnina (mynd 27).



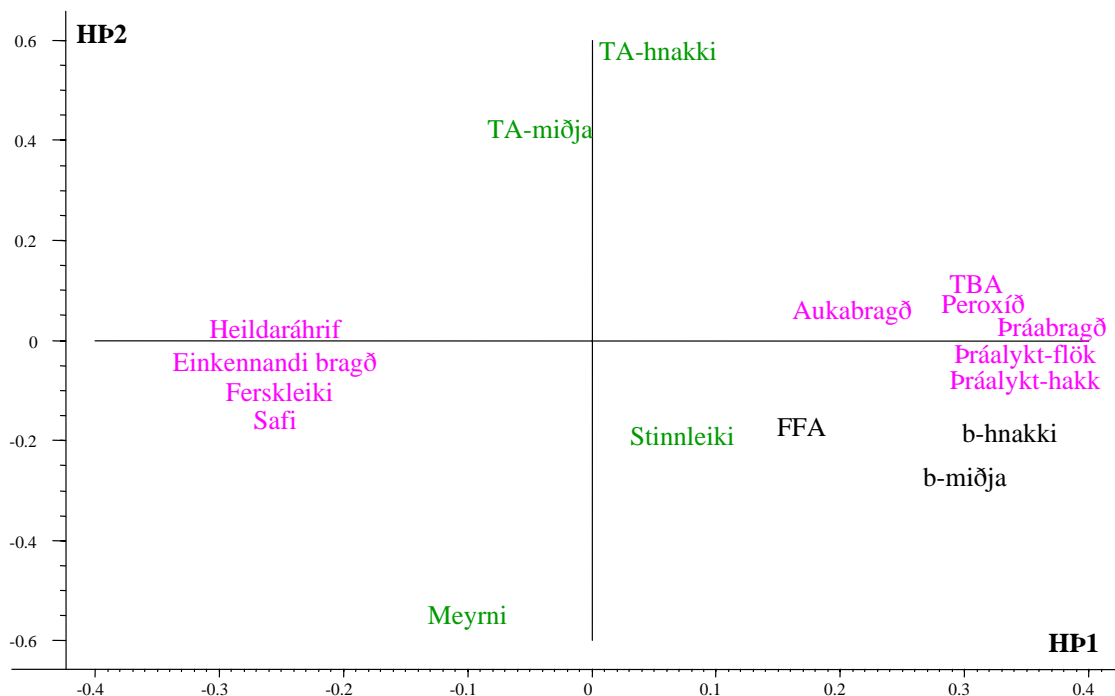
Mynd 28. Leysanleg prótein í síldarflökum í 1M KCl lausn eftir allt að 13 mánaða geymslu í frysti við -24°C þökkuðum í hefðbundnar eða lofttæmdar umbúðir með eða án þráavarnarefna. Lota 3 - Síld veidd í desember 1998.

Niðurstöður úr mælingum á leysanlegum próteinum í þessum tveimur lausnum er því ekki í samræmi við það sem búist var við samkvæmt fræðunum. Við mælingar var notast við aðferð fyrir magran fisk. Til að losna við áhrif af fitu í síld voru lausnir síðar í gegnum síupappír fyrir mælingu. Til að losna við fitu gæti hafa reynst betur að nota efni (t.d. deoxycolate) til að fella út fitu.

3.7.3. Samantekt á niðurstöðum mælinga á síldarflökum

Höfuðþáttagreining var framkvæmd á niðurstöðum efna-, áferða- og skynmatsmælingum sýna í lotu 3. Framlagsmynd (mynd 29) sýnir að jákvæð fylgni er á milli breytanna heildaráhrif, einkennandi síldarbragð, ferskleiki og safi. Einnig er jákvæð fylgni á milli eiginleikanna þráabragð, þráalykt af flökum og hakki og efnamælinga á gæði fitu (TBA og peroxíð). Gulur litur (b-gildi) í miðju flaki og hnakka og aukabragð er einnig tengt þráaeiginleikum. Allar þessar breytur hafa mikil áhrif á fyrsta höfuðþátt (HP 1). Neikvæð fylgni er greinilega á milli jákvæðra þátta (heildaráhrif, einkennandi síldarbragð, ferskleiki og safi) og neikvæðra þátta (TBA, peroxíð, þráabragð og lykt, gulur litur). Fyrsti höfuðþáttur skýrir 54% af breytileika í gagnasafninu.

Á annan höfuðþátt (HP 2) eru það áferðarþættir sem hafa mest áhrif. Neikvæð fylgni er milli hörku mældrar með áferðarmæli og meyrni og stinnleika mældum með skynmati. Annar höfuðþáttur skýrir 13% af breytileika í gagnasafninu.

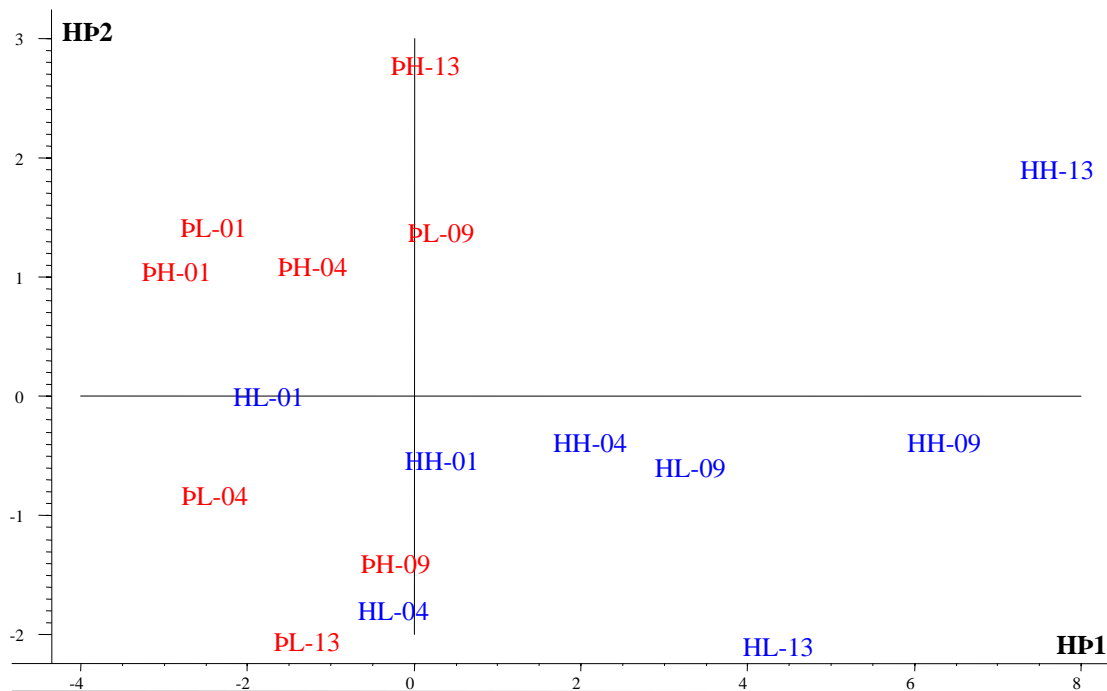


X-skýrt: 54%,13%

Mynd 29. Framlagsmynd. HP = höfuðþáttur.

Skormynd sýnir tengsl á milli sýna miðað við höfuðþætti. Á mynd 30 sjást fyrstu tveir höfuðþættirnir. Öll sýni úr hefðbundinni pökkun eru hægra megin á myndinni miðað við fyrsta höfuðþátt á meðan sýni meðhöndluð með þráavarnarefni liggja vinstra megin á fyrsta höfuðþætti. Sýni pökkuð í lofttæmdar umbúðir liggja vinstra megin í upphafi og eftir fjögurra mánaða frystigeymslu en 9 og 13 mánuðir liggja hægra megin. Þráaeinkenni sem hafa mest áhrif á fyrsta höfuðþátt og greinilegt að sýni færast frá vinstri til hægra með aukinni geymslu í frysti.

Annar höfuðþáttur sem segir til um áferðarþætti sýna hefur minni áhrif. Sýni sem ekki voru meðhöndluð með þráavarnarefni raðast þó neðarlega á myndinni (minni harka) en sýni meðhöndluð með þráavarnarefni fyrir ofan strik (meiri harka). Þetta er þó ekki algilt enda skýrir annar höfuðþáttur einungis 13% af breytileika í gagnasafninu. Er þó um ákveðna tilhneigingu að ræða.



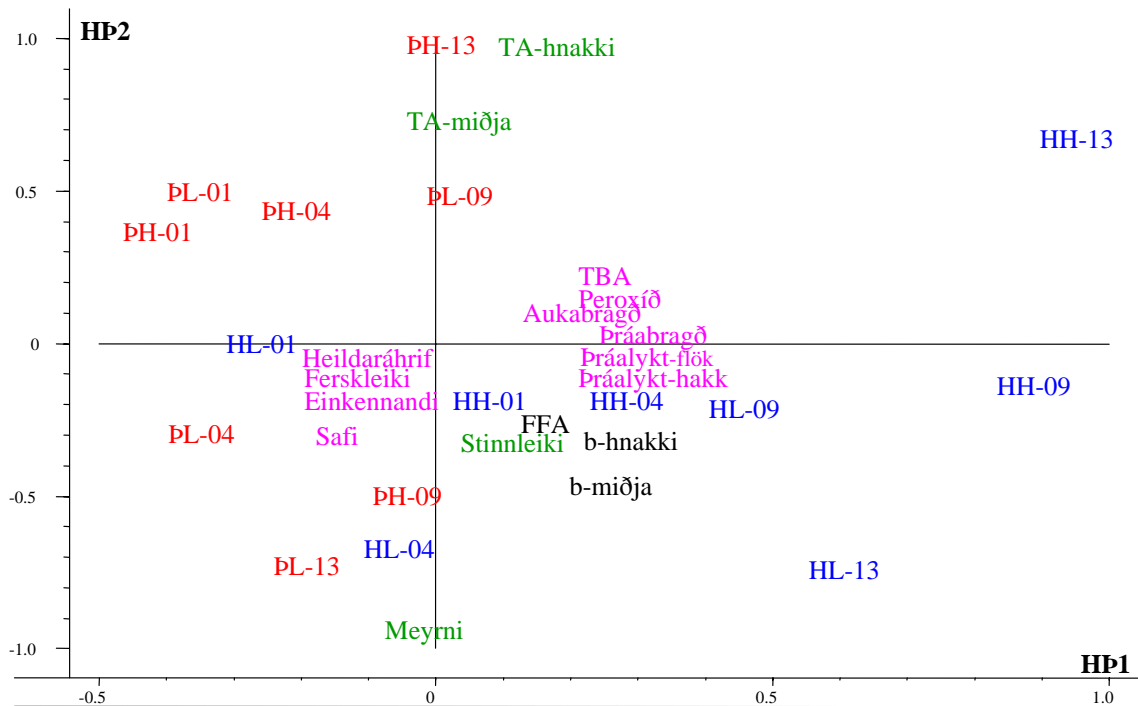
X-skýrt: 54%,13%

Mynd 30. Skormynd.

HP = Höfuðþáttur. *HH* Síldarflök án þráahindra pökkuð í hefðbundnar pakkningar. *HL* hefðbundin síldarflök pökkuð í lofttæmdar umbúðir. *PH* Síldarflök með þráahindra, hefðbundin pökkun, *PL* Síldarflök meðhöndluð með þráahindra pökkuð í lofttæmdar umbúðir.

Geymdar í frysti við -24°C í 01, 04, 09 og 13 mánuði.

Sammynd (biplot) fyrir fyrstu tvo höfuðþætti þar sem breytur og sýni eru á sömu mynd má sjá á mynd 31.



Mynd 31. Sammynd

HP = Höfuðþáttur. HH Síldarflök án þráahindra pökkuð í hefðbundnar pakkningar. HL hefðbundin síldarflök pökkuð í lofttæmdar umbúðir. PH Síldarflök með þráahindra, hefðbundin pökkun, PL Síldarflök meðhöndluð með þráahindra pökkuð í lofttæmdar umbúðir. Geymdar í frysti við -24°C í 01, 04, 09 og 13 mánuði.

3.8. Afurð

Síldarpasta var framleitt úr reyktri síld. Sem hráefni var notuð síld úr lotu 3, síldarflök pökkuð í lofttæmdar umbúðir og geymd í 13 mánuði við -24°C (HL13). Einnig var notað sem hráefni síldarflök sem voru pökkuð á hefðbundin hátt og fryst í 6 mánuði. Síldarpastað var geymt við tvö hitastig, 5 og 10°C í eitt ár og kannað hvort geymsluþolið væri jafn mikið og hefðbundinnar afurðar úr nýjum síldarflökum. Sýnin voru metin með skynmati (þrái) mánuði eftir framleiðslu og eftir árs geymslu. Einnig voru gerðar efnamælingar (efnainnihald, TBA og peroxíð) og örverumælingar eftir ársgeymslu.

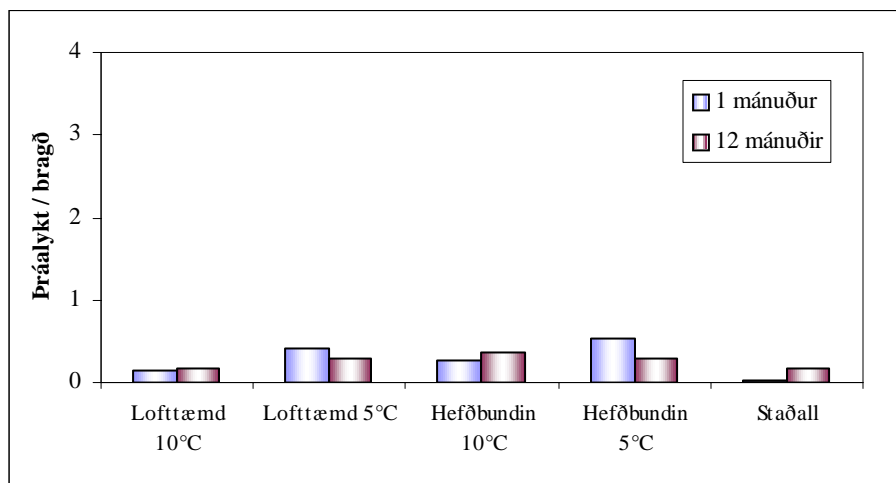
3.8.1. Skynmat

Skynmatsdómarar voru beðnir um að meta þráalykt og -bragð í sýnum. Styrkleikaskali var notaður frá 0 til 4 (tafla 5).

Tafla 5. Einkunnaskali fyrir skynmat á þráalykt og bragði í síldarpasta.

Einkun	Lýsing
0	Engin
0,5	Á mörkum
1	Vottur
2	Lítill
3	Greinileg
4	Mikil

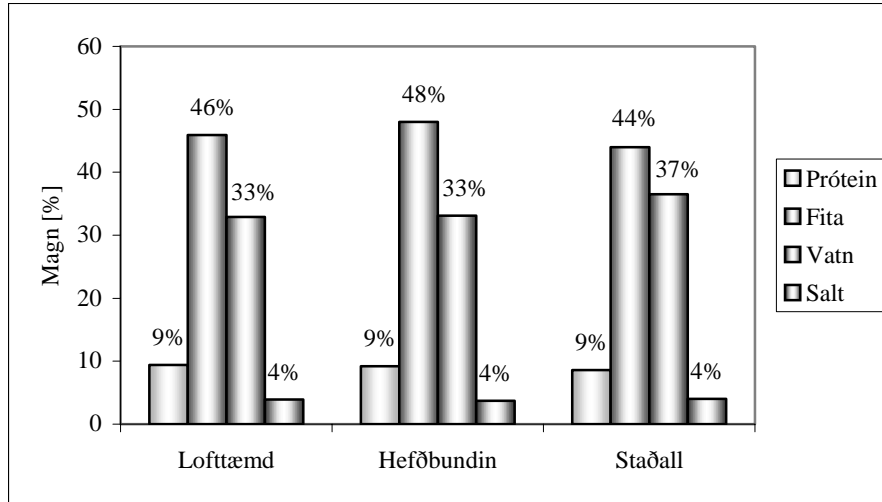
Þráabragð og lykt breyttist ekki við ársgeymslu í kæli metið með skynmati (mynd 32). Staðalsýni fær lægri einkun en önnur sýni en allar eru einkunnir þó lægri en 0,5 (á mörkum) eftir ársgeymslu.



Mynd 32. Þráabragð/lykt í síldarpasta eftir einn og 12 mánuði við mismunandi hitastig (5°C og 10°C). Sem hráefni var notuð síld sem hafði verið pakkað í lofttæmdar umbúðir og fryst í eitt ár (HM) og síld pökkuð á hefðbundinn hátt og fryst í sex mánuði (haust). Sem viðmiðun var fengið síldarpasta úr hefðbundinni framleiðslu þar sem notast var við ófryst hráefni (Staðall).

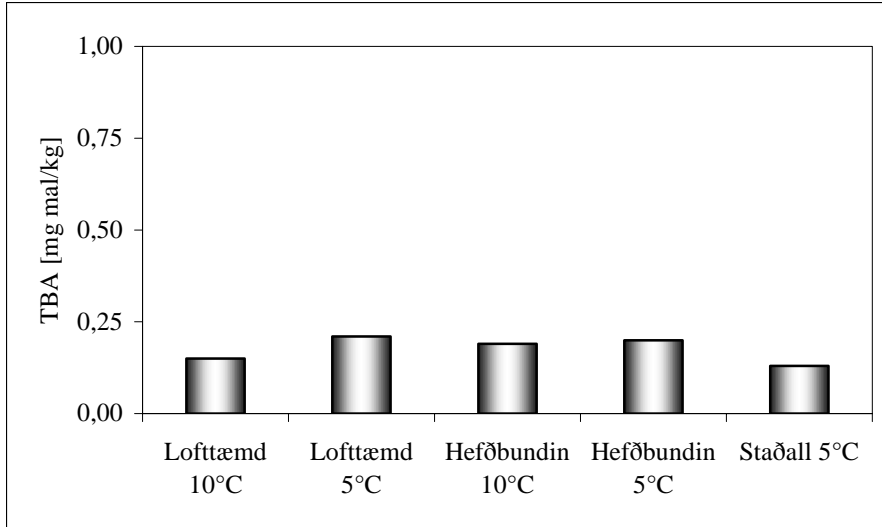
3.8.2. Efnamælingar

Efnasamsetning var mæld í síldarpasta eftir árs geymslu (mynd 33). Öll sýnin eru með svipaða efnasamsetningu en staðalsýni er þó örlítið fituminna og með meira vatnsmagn.



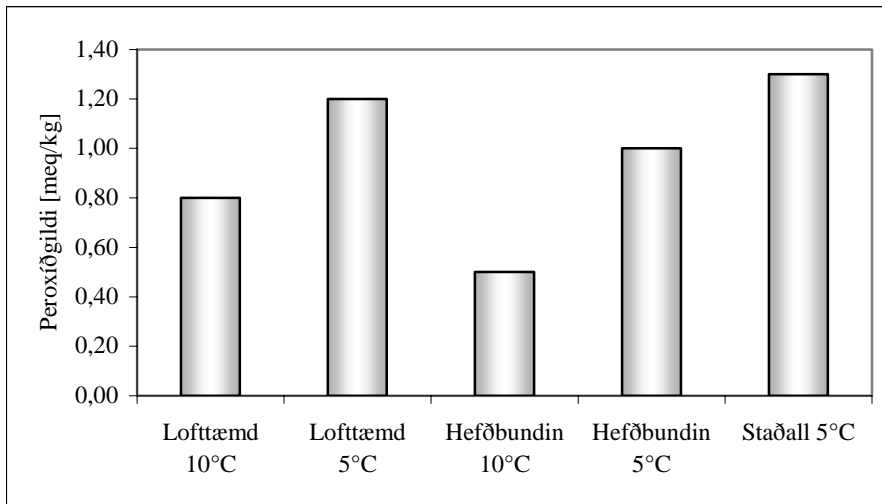
Mynd 33. Efnasamsetning síldarpasta. Sem hráefni var notuð síld sem hafði verið pakkað í lofttæmdar umbúðir og fryst í eitt ár (Lofttæmd) og síld pökkuð á hefðbundinn átt og fryst í sex mánuði (Hefðbundin). Síldarpasta úr hefðbundinni framleiðslu þar sem notast var við ófryst hráefni (Staðall) notað sem viðmið.

Til að fylgjast með breytingum á fitugæðum var TBA og peroxíðgildi (myndir 34 og 35) mælt í sýnum eftir ársgeymslu. Öll sýni höfðu TBA gildi $<0,25$ eftir árs geymslu og ekki er munur eftir sýnum. Eru þessar niðurstöður í samræmi við niðurstöður úr skynmati en sem viðmiðun er hægt að segja að ef TBA gildi er lægra en 1,0 finni dómarar ekki þráabragð miðað við lax og síldarflök.



Mynd 34. TBA gildi fyrir síldarpasta eftir árs geymslu í kæli við mismunandi hitastig. Sem hráefni var notuð síld sem hafði verið pakkað í lofttæmdar umbúðir og fryst í yfir eitt ár (Lofttæmd) og síld pökkuð á hefðbundinn átt og fryst í sex mánuði (Hefðbundin). Síldarpasta úr hefðbundinni framleiðslu þar sem notast var við ófryst hráefni (Staðall) notað sem viðmið.

Peroxiðgildi eru einnig lág (mynd 35) en eru hæst fyrir staðal og sýni sem voru geymd við 5°C.



Mynd 35. Peroxiðgildi í síldarpasta eftir ársgeymslu við mismunandi hitastig. Sem hráefni var notuð síld sem hafði verið pakkað í lofttæmdar umbúðir og fryst í yfir eitt ár (Lofttæmd) og síld pökkuð á hefðbundinn átt og fryst í sex mánuði (Hefðbundin). Sem viðmiðun var fengið síldarpasta úr hefðbundinni framleiðslu þar sem notast var við ófryst hráefni (Staðall).

3.8.3. Örverumæling

Eftir árs geymslu í kæli var mældur heildarörverufjöldi í síldarpasta við 30°C, Kolígerlar (alls (MPN) og saurkólí), *Staphylococcus* og *Listeria*. Öll sýni reyndust neikvæð í þessum mælingum.

3.8.4. Samantekt á niðurstöðum á mælingum á síldarpasta

Samkvæmt niðurstöðum á mati á síldarpasta er mögulegt að nýta síldarflök pakkað í lofttæmdar umbúðir sem hafa verið geymd í frysti í eitt ár sem hráefni fyrir framleiðslu á síldarpasta. Athygli vekur að í öllum mælingum fá sýni geymd við 5°C verri einkunn heldur en sýni geymd við 10°C. Ekki er gott að segja hvað veldur þessu en fyrirfram var gert ráð fyrir að þessu væri öfugt farið og efnahvörf eins og þránun yrðu hraðari við hærra hitastig. Í síldarpastanu er þráhindri og það getur verið að við hærra hitastig, þegar seigja lausnar minni, virki þráhindrin betur.

4. ÁLYKTANIR

Þrjár tilraunir (lota 1, 2 & 3) voru framkvæmdar í verkefninu og gefa þær mismunandi niðurstöður. Mismunandi gæði hráefnis hafa þar líklega mest áhrif og væri áhugavert að athuga nánar áhrif veiðarfæra á gæðin og áhrif tíma frá veiðum til vinnslu.

Ljóst er að þökkun í lofttæmdar umbúðir fyrir frystingu hemur þránun að einhverju leyti en áhrif notkunar þráahindra eru mun meiri.

Skynmatsniðurstöður sýna að öll sýni þrána við geymslu í frysti. Sýni meðhöndluð og þökkuð á hefðbundin hátt þrána hraðast og eru eftir níu mánaða geymslu orðin mjög þrá. Þránun var hægari í flökum þökkuðum í lofttæmdar umbúðir og áberandi minni í sýnum sem voru meðhöndluð með þráavarnarefni með eða án lofttæmdar þakkingar. TBA og peroxíð mælingar staðfesta niðurstöður úr skynmati. Hæst gildi fyrir TBA og peroxíð eru í viðmiðunarhóp borið saman aðra hópa.

Áferðarmælingar með áferðarmæli benda til að lofttæming hafi áhrif á áferðareiginleika síldarflaka. Síldarflök þökkuð í lofttæmdar umbúðir reyndust vera mýkri en flök sem var pakkað í hefðbundnar umbúðir. Áferðarmælingar með skynmati styðja þessar niðurstöður að nokkru leyti en lítil munur reyndist vera á áferðareiginleikum sýna metnum með skynmati.

Fjölpáttagreining dregur einnig fram þennan mun. Þættir tengdir þránun hafa mest áhrif á fyrsta höfuðþátt og sýni raðast upp eftir því hvort þau hafa verið meðhöndluð með þráahindra og tími hefur einnig áhrif. Þráþættir eru heildaráhrif, einkennandi bragð og ferskleiki annars vegar og hins vegar aukabragð, TBA, peroxíð, þráabragð og lykt. Gulur litur (b) raðast einnig hjá þessum þáttum og er samkvæmt þessu mælikvarði á þráa.

Annar höfuðþáttur einkennist hins vegar af áferðarþáttunum stinnleika og meyrni metið með skynmati og áferðarmælingum. Sýni raðast í kringum annan höfuðþátt eftir því hvort þau hafa verið geymd í lofttæmdum umbúðum eða ekki. Erfitt er að segja til um af hverju geymsla í lofttæmdum umbúðum hefur áhrif á áferðarþætti. Efnamælingar á leysanleika próteina í LiCl og KCl lausnum eða mæling á fríum fitusýrum (FFA) ættu að geta sagt til um hvort krossbinding hafi átt sér stað sem aftur hefur mikil áhrif á áferðarþætti. Því miður tókust þessar mælingar ekki sem skildi. Breyting varð með tíma en ekki er sjáanlegur munur á milli meðhöndlunar mismundandi sýna. Fita í síldarflökum hafði áhrif á mælingu á leysanlegum próteinum. Notaður var síupappír til að draga úr þeim áhrifum. Ef t.d. deoxycholate hefði verið notað til að fjarlægja fitu gætu þessar mælingar hafa

gefið betri niðurstöður og jafnvel skýrt hvort breyting á próteinleysanleika verður við frystigeymslu í lofttæmdum umbúðum sem gæti skýrt mun á áferð eftir því hvort síldarflökum er pakkað í hefðbundnar pakkningar eða lofttæmdar umbúðir. Einnig verður að hafa í huga að annar höfuðþáttur skýrir einungis 13% af breytanleika í safninu og mikil óvissa var tengd áferðarmælingum bæði með tækjum og skynmati. Er því einungis um tilhneigingu að ræða.

Fyrirfram var talið að lofttæming hefði meiri áhrif á geymsluþol síldarflaka heldur en kemur fram í þessari tilraun. Hafa verður í huga að tilraunin er gerð á iðnaðarskala. Síldarflök eru fryst í blokkum og þrem blokkum er pakkað saman í kassa. Ljóst má vera að flökin liggja því mjög þétt og loft kemst ekki vel að þeim, jafnvel þó lofttæming og loftþéttar umbúðir séu ekki notaðar. Þráahindri kemst frekar að öllum flökunum og hefur því meiri áhrif. Lofttæming hefur þó áhrif fram yfir hefðbundna þökkun enda voru síldarflök þökkuð í lofttæmdar umbúðir metin hæf sem hráefni til framleiðslu á síldarpasta úr reyktum síldarflökum eftir 13 mánaða geymslu í frysti. Sýni þökkuð á hefðbundin hátt voru hins vegar metin óhæf til vinnslu.

Geymsluþolstilraun á síldarpasta framleiddu úr árgömlum síldarflökum og pakkað í lofttæmdar umbúðir leiddi í ljós að afurð var stöðug við ársgeymslu í kæli við 5°C og 10°C. Hafa skal í huga að við framleiðslu á síldarpasta er notaður þráahindri. Áhugavert væri því að kanna hvernig síldarflök geymd á þennan hátt nýtast sem hráefni í framleiðslu á öðrum afurðum.

Niðurstöður verkefnisins benda því til að með notkun lofttæmdra umbúða með eða án þráahindra er mögulegt að lengja geymsluþol síldarflaka á iðnaðarskala og tryggja iðnaðinum stöðugt hráefni til áframvinnslu allan ársins hring.

5. ÞAKKARORÐ

Rannóknarráði Íslands er þakkaður styrkur til verkefnisins. Samstarfsaðilum, Bakkvör og Borgey er þökkuð samvinnan. Starfsfólki Rf sem tók þátt í skynmati og öðrum mælingum í verkefninu er þakkað fórnfúst starf - þrá, soðin síldarflök verða seint flokkuð sem “herramannsmatur”.

6. HEIMILDIR

- AOAC (1990). *Official methods of Analysis*, 15. útgáfa. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOCS (1989). *Official methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 4. útgáfa, D. Firestone ritstj. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL.
- ASTM (1992). Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation. Í Hootman, R.C. ritstjóri American Society for Testing and Materials (ASTM) manual Series: MNL 13, Philadelphia, PA.
- Bligh, E.G. og Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Bioch. Physl.*, **37**, 911-917.
- Colmenero, J.F. og Borderias, A.J. (1983). A study of the effects of frozen storage on certain functional properties of meat and fish protein. *Journal of Food Technology*, **18**, 731-737
- Kelleher, S.D. og Hultin, H.O. (1991). Lithium Chloride as a Preferred Extractant of Fish Muscle Proteins. *Journal of Food Science*, **56**, 315-317.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. og Carr, B.T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*, 2. útgáfa, bls. 193-194. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
- Mills A. (1975). Measuring changes that occur during frozen storage of fish: a review. *Journal of Food Technology*, **10**, 483-496.
- Rósa Jónsdóttir (1997). Áhrif fódurfitu á svínakjöt. Skoðuð með fitusýrugreiningum, skynmati og fjölbreyttuölfraði. Ritgerð til meistaraþrófs í matvælafræði við HÍ. Fjölrit Rala nr. 188, 22-28, Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Shewan, J.M., Mackintosh, R.G., Tucher, C.G., og Ehrenberg, A.S.C. (1953). The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice. *Journal of Sci. Food Agric.*, **6**, 183-189.
- Sigurður Einarsson (1988). Fitumælingar á síld 1987 og janúar 1988 ásamt yfirliti fitumælinga frá 1979. 16. Rit Rf, 31 s.
- Snorri Þórisson og Margrét Bragadóttir (1992). Geymsluþol á frystum laxi. 34. Rit Rf, 40 s.
- Sólveig Ingólfssdóttir (1996). Seasonal variations in some chemical and functional properties of cod (*Gadus morhua*). Lokaritgerð til meistaraþrófs í matvælafræði við HÍ. Rv. HÍ, 78 s.
- Sotelo, CG., Piñeiro, C. og Pérez-Martín, R.I. (1995). Denaturation of fish proteins during frozen storage: role of formaldehyde. *Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung*; **200**(1), 14-23.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., og Dugan Jr., L. (1960). A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **37**, 44-48.

VIÐAUKAR

Yfirlit yfir marktækni niðurstaðna í lotu þrjú

Notuð er ANOVA greining, vikmörk 95%, auður reitur eða 0 táknar að ekki er marktækur munur á niðurstöðum. Ef marktækur munur er á meðaltölum stendur 1 í reitnum. m táknar að niðurstöður vantar fyrir viðkomandi mælingu.

ÞH Síldarflök meðhöndluð með þráahindra, pakkað í hefðbundnar umbúðir

ÞL Síldarflök meðhöndluð með þráahindra, pakkað í lofttæmdar umbúðir

HH Hefðbundin síldarflök, pakkað í hefðbundnar umbúðir

HL Hefðbundin síldarflök, pakkað í lofttæmdar umbúðir

01, 03, 09 og 13: tími í frysti við -24°C í mánuðum

Viðauki 1. Skynmatsniðurstöður. Soðinn fiskur.

Einkennandi bragð

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m	1			1	1
ÞH03	0		m								m	1				1
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m	1				1
ÞL01	0	0	m	0							m	1			1	1
ÞL03	0	0	m	0	0						m	1			1	1
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m	1				1
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m	1			1	1
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m	1				1
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m	1				1
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m
HH13	1	1	m	1	1	1	1	1	1	1	m		1	1		
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1			1	1
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1	0		1	1
HL09	1	0	m	0	1	1	0	1	0	0	m	0	1	1		
HL13	1	1	m	1	1	1	1	1	1	1	m	0	1	1	0	

Aukabragð

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m					
ÞH03	0		m								m					
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m					
ÞL01	0	0	m	0							m					
ÞL03	0	0	m	0	0						m					
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m					
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m					
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m					1
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m					
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m
HH13	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m					
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0				1
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0			
HL09	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0		
HL13	0	0	m	0	0	0	0	0	1	0	m	0	1	0	0	

Þráabragð

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m	1							m	1			1	1
ÞH03	0		m								m	1			1	1
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	1	0	m								m	1				
ÞL01	0	0	m	0							m	1			1	1
ÞL03	0	0	m	0	0						m	1			1	1
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m	1				
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m	1			1	1
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m	1			1	1
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m	1			1	1
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
HH13	1	1	m	1	1	1	1	1	1	1	m		1	1		1
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1			1	1
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1	0		1	1
HL09	1	1	m	0	1	1	0	1	1	1	m	0	1	1		
HL13	1	1	m	0	1	1	0	1	1	1	m	1	1	1	0	

Stinnur/mjúkur

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m					
ÞH03	0		m								m					
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m					
ÞL01	0	0	m	0							m					
ÞL03	0	0	m	0	0						m					
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m					
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m					
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m					
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m					
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
HH13	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m					
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0				
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0			
HL09	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0		
HL13	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0	0	

Safaríkur

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m					
ÞH03	0		m								m					
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m					
ÞL01	0	0	m	0							m	1				
ÞL03	0	0	m	0	0						m					
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m					
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m					
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m					
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m					
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
HH13	0	0	m	0	1	0	0	0	0	0	m		1			
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1				
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0			
HL09	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0		
HL13	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0	0	

Seigur/meyr

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m					
ÞH03	0		m								m					
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m					
ÞL01	0	0	m	0							m					
ÞL03	0	0	m	0	0						m					
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m					
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m	1				
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m					
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m					
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
HH13	0	0	m	0	0	0	0	1	0	0	m					
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0				
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0			
HL09	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0		
HL13	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	0	0	0	0	

Heild

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			m								m	1			1	1
ÞH03	0		m								m	1			1	1
ÞH09	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞH13	0	0	m								m	1				1
ÞL01	0	0	m	0							m	1			1	1
ÞL03	0	0	m	0	0						m	1			1	1
ÞL09	0	0	m	0	0	0					m	1				
ÞL13	0	0	m	0	0	0	0				m	1			1	1
HH01	0	0	m	0	0	0	0	0			m	1				1
HH03	0	0	m	0	0	0	0	0	0		m	1				1
HH09	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
HH13	1	1	m	1	1	1	1	1	1	1	m		1	1		
HL01	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1			1	1
HL03	0	0	m	0	0	0	0	0	0	0	m	1	0		1	1
HL09	1	1	m	0	1	1	0	1	0	0	m	0	1	1		
HL13	1	1	m	1	1	1	0	1	1	1	m	0	1	1	0	

Ferskleiki

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01				1							1	1			1	1
ÞH03	0										1	1				1
ÞH09	0	0									1	1				1
ÞH13	1	0	0													
ÞL01	0	0	0	0							1	1			1	1
ÞL03	0	0	0	0	0						1	1			1	1
ÞL09	0	0	0	0	0	0						1				
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0				1	1				1
HH01	0	0	0	0	0	0	0	0				1				
HH03	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1				
HH09	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0			1	1		
HH13	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0		1	1		
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				1
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			1
HL09	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
HL13	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	

Viðauki 2. Efnamælingar.

TBA

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01										1	1	1				
ÞH03	0									1	1	1				
ÞH09	0	0								1	1	1				
ÞH13	0	0	0							1	1	1				
ÞL01	0	0	0	0						1	1	1				
ÞL03	0	0	0	0	0					1	1	1				
ÞL09	0	0	0	0	0	0				1	1	1				
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0			1	1	1				
HH01	0	0	0	0	0	0	0	0			1	1				
HH03	1	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1				
HH09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HH13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			
HL09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
HL13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	

Peroxíð

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01											1	1				
ÞH03	0										1	1				
ÞH09	0	0									1	1				
ÞH13	0	0	0								1	1				
ÞL01	0	0	0	0							1	1				
ÞL03	0	0	0	0	0						1	1				
ÞL09	0	0	0	0	0	0					1	1				
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0				1	1				
HH01	0	0	0	0	0	0	0	0				1				
HH03	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1				
HH09	1	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1	1			
HH13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			
HL09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
HL13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

FFA

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01			1								1					1
ÞH03	0		1								1					1
ÞH09	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ÞH13	0	0	1								1					
ÞL01	0	0	1	0							1					1
ÞL03	0	0	1	0	0						1					
ÞL09	0	0	1	0	0	0					1					
ÞL13	0	0	1	0	0	0	0				1					
HH01	0	0	1	0	0	0	0	0			1					1
HH03	0	0	1	0	0	0	0	0	0		1					
HH09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
HH13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					
HL01	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0				1
HL03	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
HL09	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
HL13	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	

Viðauki 3. Áferðarmælingar.

Hnakkir

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01																
ÞH03	0															
ÞH09	0	0														
ÞH13	0	0	0													
ÞL01	0	0	0	0												
ÞL03	0	0	0	0	0											
ÞL09	0	0	0	0	0	0										
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0									
HH01	0	0	0	0	0	0	0	0								
HH03	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
HH09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
HH13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
HL09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HL13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Midja

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01						m								m		
ÞH03	0					m								m		
ÞH09	0	0				m								m		
ÞH13	0	0	0			m								m		
ÞL01	0	0	0	0		m		1						m	1	1
ÞL03	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
ÞL09	0	0	0	0	0	m								m		
ÞL13	0	0	0	0	1	m	0						1	m		
HH01	0	0	0	0	0	m	0	0						m		
HH03	0	0	0	0	0	m	0	0	0					m		
HH09	0	0	0	0	0	m	0	0	0	0				m		
HH13	0	0	0	0	0	m	0	0	0	0	0			m		
HL01	0	0	0	0	0	m	0	1	0	0	0	0		m	1	1
HL03	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m		m	m
HL09	0	0	0	0	1	m	0	0	0	0	0	0	1	m		
HL13	0	0	0	0	1	m	0	0	0	0	0	0	1	m	0	

Viðauki 4. Leysanleg prótein

LiCl

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01									1							
ÞH03	0								1						1	
ÞH09	0	0							1						1	
ÞH13	0	0	0						1						1	
ÞL01	0	0	0	0												
ÞL03	0	0	0	0	0				1						1	
ÞL09	0	0	0	0	0	0			1						1	
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0		1						1	
HH01	1	1	1	1	0	1	1	1		1	1	1		1		
HH03	0	0	0	0	0	0	0	0	1						1	
HH09	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					1	
HH13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				1	
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
HL09	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0		
HL13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

KCl

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01		1	1	1			1	1		1	1	1			1	1
ÞH03	1		1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1
ÞH09	1	1			1	1		1	1				1	1		1
ÞH13	1	1	0		1	1	1		1	1		1	1	1	1	1
ÞL01	0	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
ÞL03	0	0	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1
ÞL09	1	1	0	1	1	1		1	1				1	1		1
ÞL13	1	1	1	0	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
HH01	0	0	1	1	1	0	1	1		1	1	1			1	1
HH03	1	1	0	1	1	1	0	1	1				1	1		
HH09	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0			1	1		
HH13	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0		1	1		
HL01	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1			1	1
HL03	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0		1	1
HL09	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1		
HL13	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	

Viðauki 5. Litarmælingar

L-Hnakk

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01									1	1		1	1			
ÞH03	0								1	1		1	1			
ÞH09	0	0							1	1		1	1			
ÞH13	0	0	0						1	1		1	1			
ÞL01	0	0	0	0		1										
ÞL03	0	0	0	0	1				1	1		1	1		1	
ÞL09	0	0	0	0	0	0										
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0		1	1		1	1			
HH01	1	1	1	1	0	1	0	1						1		1
HH03	1	1	1	1	0	1	0	1	0					1		1
HH09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1			
HH13	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0			1		1
HL01	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0		1		1
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1			
HL09	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
HL13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	

L-miðja

	ÞH01	ÞH03	ÞH09	ÞH13	ÞL01	ÞL03	ÞL09	ÞL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ÞH01									1	1		1			1	1
ÞH03	0								1			1			1	1
ÞH09	0	0							1			1			1	1
ÞH13	0	0	0									1				
ÞL01	0	0	0	0		1						1				
ÞL03	0	0	0	0	1				1	1		1	1		1	1
ÞL09	0	0	0	0	0	0						1				
ÞL13	0	0	0	0	0	0	0					1				
HH01	1	1	1	0	0	1	0	0						1		
HH03	1	0	0	0	0	1	0	0	0							
HH09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1				
HH13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1			1		
HL01	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0		1	1
HL09	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
HL13	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	

a-Hnaksi

	PH01	PH03	PH09	PH13	PL01	PL03	PL09	PL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
PH01												1			1	
PH03	0															
PH09	0	0														
PH13	0	0	0													
PL01	0	0	0	0					1	1	1				1	1
PL03	0	0	0	0	0				1	1	1				1	1
PL09	0	0	0	0	0	0						1			1	
PL13	0	0	0	0	0	0	0					1			1	
HH01	0	0	0	0	0	0	0	0								
HH03	0	0	0	0	1	1	0	0	0							
HH09	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0						
HH13	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0					
HL01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
HL03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
HL09	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
HL13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

a-miõja

	PH01	PH03	PH09	PH13	PL01	PL03	PL09	PL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
PH01				1								1			1	1
PH03	0			1			1					1			1	1
PH09	0	0				1						1			1	1
PH13	1	1	0		1	1			1				1	1		
PL01	0	0	0	1			1	1				1			1	1
PL03	0	0	1	1	0		1	1				1			1	1
PL09	0	1	0	0	1	1							1			1
PL13	0	0	0	0	1	1	0						1			1
HH01	0	0	0	1	0	0	0	0				1			1	1
HH03	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1			1	1
HH09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1			1	1
HH13	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1		1	1		
HL01	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1			1	1
HL03	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	1
HL09	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1		
HL13	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	

b-Hnakki

	ᐃH01	ᐃH03	ᐃH09	ᐃH13	ᐃL01	ᐃL03	ᐃL09	ᐃL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ᐃH01			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃH03	0		1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃH09	1	1			1	1					1	1			1	1
ᐃH13	1	1	0		1	1					1	1			1	1
ᐃL01	0	0	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃL03	0	0	1	1	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃL09	1	1	0	0	1	1					1	1			1	1
ᐃL13	1	1	0	0	1	1	0				1	1			1	1
HH01	1	1	0	0	1	1	0	0			1	1			1	1
HH03	1	1	0	0	1	1	0	0	0		1	1			1	1
HH09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		
HH13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0			1	1		
HL01	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1			1	1
HL03	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0		1	1
HL09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1		
HL13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	

b-miðja

	ᐃH01	ᐃH03	ᐃH09	ᐃH13	ᐃL01	ᐃL03	ᐃL09	ᐃL13	HH01	HH03	HH09	HH13	HL01	HL03	HL09	HL13
ᐃH01								1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃH03	0		1					1	1	1	1	1	1	1	1	1
ᐃH09	0	1								1	1	1			1	1
ᐃH13	0	0	0						1	1	1	1		1	1	1
ᐃL01	0	0	0	0					1	1	1	1		1	1	1
ᐃL03	0	0	0	0	0				1	1	1	1		1	1	1
ᐃL09	0	0	0	0	0	0				1	1	1			1	1
ᐃL13	1	1	0	0	0	0	0			1	1	1			1	1
HH01	1	1	0	1	1	1	0	0								
HH03	1	1	1	1	1	1	1	1	0				1			
HH09	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0			1			
HH13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0		1			
HL01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1			1	1
HL03	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0			
HL09	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0		
HL13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	